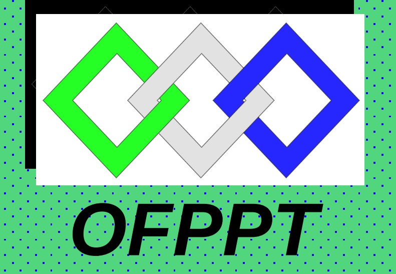


OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

RESUME THEORIQUE & GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE N°:07 CONTROLE ET REGLAGE DE LA GEOMETRIE DES TRAINS AVANT ET ARRIERE

SECTEUR : REPARATION DES ENGINS A MOTEUR

SPECIALITE : TECHNICO-COMMERCIAL EN VENTE VEHICULE ET PIECE DE RECHANGE

NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE

2005

Document élaboré par :

Nom et prénom	EFP	DR
GARCU MIHAI DORIT	INFTR	GC

SOMMAIRE

SOMMAIRE

SOMMAIRE

SOMMAIRE

MODULE : 27	CONTROLE ET REGLAGE DE LA GEOMETRIE DES TRAINS AVANT ET ARRIERE

Durée : 70… H

42,85…% : théorique

57,15…% : pratique

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit faire un contrôle et réglage judicieux de la géométrie des trains avant et arrière selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent :

CONDITIONS D'EVALUATION

- Individuellement ;
- Par un contrôle de connaissances sur les différents éléments de géométrie des trains ;
- A partir de schémas à faire des éléments de géométrie des trains ;
- A partir de situations simulées au banc de contrôle ;

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Préparation aux prestations ;
- Analyse de défaillances et de leurs origines ;
- Choix du moyen de contrôle ;
- Ordre de contrôle et d'exécution des prestations ;
- Choix et utilisation adéquats du banc et des éléments de contrôle et de réglage ;
- Respect des règles de sécurité ;
- Respect des normes et données du constructeur ;
- Entretien du poste de travail ;

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. Contrôler l'usure et l'état des pneumatiques ;	– Utilisation correcte du contrôleur d'usure des pneus et conformité avec les données du constructeur ; – Analyse des défauts d'usure des pneus et remèdes ; – Diagnostic des anomalies par un juste contact de pneus usés ; – Propreté et sécurité ;
B. Remplacer une enveloppe de roue à l'aide de démonte pneu à commande pneumatique ;	– Utiliser correctement une démonte pneu semi automatique ; – Vérification s'il y a détérioration du bourrelet pour pneu du type Tubeless ; – Utilisation de lubrifiant spécial pour les bourrelets ; – Repérage des masses d'équilibrage sur la jante ;
C. Contrôler la géométrie du véhicule	– Mesure de la voie et l'empattement du véhicule ; – Mesure des cotes à l'avant et à l'arrière du véhicule et déduction de pince ou ouverture ; – Réglage correct de la voie, l'empattement et le parallélisme du véhicule selon les données du constructeur ;
D. Equilibrer une roue sur une équilibreuse électronique ;	– Préparation d'une roue préalablement à l'opération d'équilibrage ; – Adaptation du plateau au système de fixation de la roue ; – Etalonnage de la machine en affichant la grosseur du boudin, le diamètre de roue et le déport ; correct des – Choix et emplacement masses d'équilibrage ;

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	**CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE**
E. Préparer un contrôle du train roulant ;	– Etablissement de liste de matériel de contrôle nécessaire selon le type d'appareil ; – Préparation des deux plateaux pivotants et deux fixes, deux projecteurs et porte projecteurs, drapeaux et supports, transformateur et rallonge, bloque volant, cric rouleur, et pousse pédale ;
F. Contrôler et régler la géométrie du train roulant ;	– Moyens de diagnostic et – Contrôle de l'alignement, le parallélisme et les angles de la géométrie selon les données du constructeur ;

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

Le stagiaire doit maîtriser les savoir, savoir-faire et savoir percevoir jugés préalables aux apprentissages directement requis pour l'attente de l'objectif de premier niveau, tels que :

– **Avant d'apprendre à contrôler l'usure et l'état des pneumatiques d'un véhicule automobile (A) :**
  1- Définir et décrire le rôle d'un pneumatique ;
  2- Connaître les éléments constitutifs d'un pneumatique ;
  3- Différentier les types de carcasse d'un pneu par leur constitution, avantages et inconvénients ;
  4- Citer les caractéristiques et avantages de pneu du type Tubeless ;
  5- Connaître la normalisation des pneus et des roues ;
  6- Définir la dérive des pneus et différentier les véhicules sous-vireurs des survireurs ;
  7- Connaître les principaux facteurs ayant de forte influence sur la dérive des pneus ;
  8- Contrôler en saisissant l'importance de la pression et ses conséquences sur l'état des pneus ;

– **Avant d'apprendre à remplacer une enveloppe de roue (B) :**
  9- Connaître l'outillage nécessaire pour cette opération et savoir l'utiliser ;
  10- Maîtriser le mode opératoire de démontage et de remontage d'une enveloppe ;
  11- Connaître la pression de gonflage et son influence sur l'usure d'un pneumatique ;

– **Avant d'apprendre à contrôler la géométrie du véhicule (C) :**
  12- Définir la voie et l'empattement d'un véhicule ;
  13- Connaître la valeur en mm ou en degrés du parallélisme ;
  14- Différentier le pincement de l'ouverture ;

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

- **Avant d'apprendre à équilibrer une roue sur une équilibreuse électronique (D) :**
  15- Lire un pneu et déduire les dimensions, le type, la charge limite, et la vitesse maximale ;
  16- Décrire le principe de fonctionnement d'une équilibreuse de roues ;
  17- Connaître le mode d'utilisation d'une équilibreuse de roues ;
  18- Mesurer l'entre axe des trous de fixation et positionner les manetons sur le plateau ;
  19- Enlever les anciennes masses et entraîner la roue en rotation ;
  20- Repérer les positions des masses indiquées par la machine en choisissant les masses de bonne valeur et dont le système d'accrochage correspond au bord de la jante ;
  21- Equilibrer dynamiquement une roue en plaçant la masse sur le bord extérieur de la jante diamétralement opposé au défaut ;
  22- Equilibrer statiquement une roue en plaçant la masse sur le bord intérieur de la jante diamétralement opposé au défaut ;
  23- Entraîner la roue en rotation jusqu'à la vitesse maximale prévue par l'appareil et lire les valeurs indiquées en statique et en dynamique ;

- **Avant d'apprendre à préparer un contrôle du train roulant (E) :**
  24- Connaître la méthode de mise en place sur le véhicule et les conditions de contrôle ;
  25- Placer le véhicule sur un pont et effectuer le contrôle des amortisseurs, jeu de direction, rotules, roulements, pneumatiques, et hauteur de caisse ;
  26- Placer les roues sur les plateaux, les réglettes des plateaux à zéro, et les drapeaux sur les roues AR ;
  27- Fixer les portes projecteurs, les bras et les brancher sur le transformateur ;
  28- Annuler le voile des roues par le pivotement et l'amène du rayon lumineux sur le nombre moyen trouvé ;

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU (suite)

– **Avant d'apprendre à contrôler et régler la géométrie du train roulant (F) :**

29- Connaître les moyens d'obtention de la stabilité ;
30- Définir l'angle de chasse, et citer les avantages et inconvénients de ce dernier ;
31- Définir le déport au sol et en déduire l'inconvénient du fait de briser l'essieu ;
32- Décrire l'angle de pivot comme moyen de réduction du déport, et citer les avantages, les inconvénients ;
33- Connaître l'angle de carrossage comme moyen de réduction du déport, et citer les avantages et inconvénients de cette solution ;
34- Saisir la possibilité du déport de la jante comme moyen de réduction du déport au sol ;
35- Citer les avantages et les inconvénients du contre carrossage ;
36- Remédier aux inconvénients du carrossage par le parallélisme, et la répartition ;
37- Choisir le pince ou l'ouverture selon le mode de propulsion, le type de déport au sol, le type de suspension et le type de train avant ;
38- Faire un diagnostic des anomalies par l'analyse des défauts et des conséquences ;

PRESENTATION DU MODULE

Ce module est placé le 27e parmi les 34 modules qui font partie du programme de formation.
Les activités d'apprentissage relatives aux compétences visées par le module se déroulent en deux étapes :
Dans la première étape, doit acquérir les conaissances théoriques et pratiques relatives aux éléments de liaison au sol d'un véhicule automobile.
Il doit être capable :

- D'identifier les différents types de roues utilisées en l'industrie automobile.
- D'identifier les différents types de pneus et leur éléments composants.
- Connaître la normalisation des pneus.
- Établir un diagnostic correct en fonction de l'usure anormale des pneus.
- Connaître les éléments de la géométrie d'un véhicule automobile et différencier le pincement de l'ouverture.
- Maîtriser les savoirs sur les moyens d'obtention la stabilité d'un véhicule automobile.
- Maîtriser les savoirs d'identifier, expliquer les fonctions et les réglages à effectuer sur les angles de la géométrie des trains roulants.
- Maîtriser les savoirs d'établir un diagnostic correct relatif aux anomalies de fonctionnement dues aux mauvais réglages des angles de la géométrie des trais roulants.

Dans la deuxième étape, le stagiaire doit être capable à maîtriser les savoirs faire les travaux pratiques suivants :

- Contrôler l'usure et l'état des pneus.
- Remplacer un pneu à l'aide d'un démonte – pneu.
- Équilibrer une roue sur une équilibreuse électronique.
- Contrôler la géométrie d'un véhicule automobile.
- Préparer le contrôle des trains roulants et effectuer le contrôle du véhicule avant d'effectuer les mesures des angles de la géométrie des trains roulants.
- Contrôler et régler les angles de la géométrie des trains roulants avant et arrière.

La masse horaire nécessaire pour les activités d'apprentissage comprend 70 heures partagées comme suit :

- pour la partie théorique : 30 heures
- pour la partie pratique : 40 heures

Module : 27
CONTROLE ET REGLAGE DE LA GEOMETRIE DES TRAINS AVANT ET ARRIERE

RESUME THEORIQUE

I. ROUES

I.1 GENERALITES

Les pneus ne sont pas fixés directement sur le véhicule, mais ils sont montés sur les roues (fig.1)

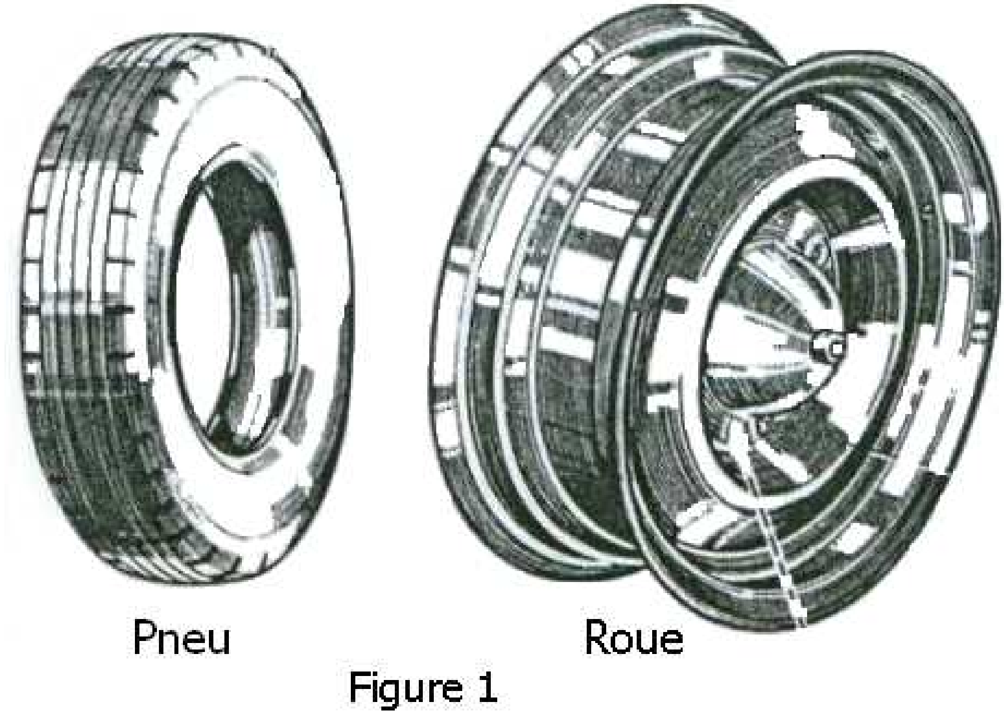
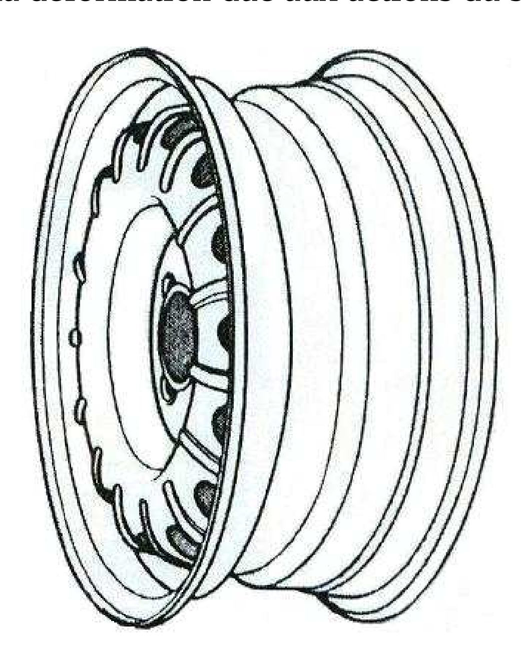


Figure 1

I.2 EXIGENCES IMPOSEES AUX ROUES

- Maintenir solidement les pneus.
- Rayon réduit permettant de réaliser des angles de braquage plus importants.
- Résistance élevée à la déformation due aux actions du sol.



I.3 PARTIES COMPOSANTES D'UNE ROUE

La roue comprend une partie extérieure appelée jante et une partie intérieure appelée voile. Les deux parties sont assemblées par de rivets ou par soudure par points (fig.2).

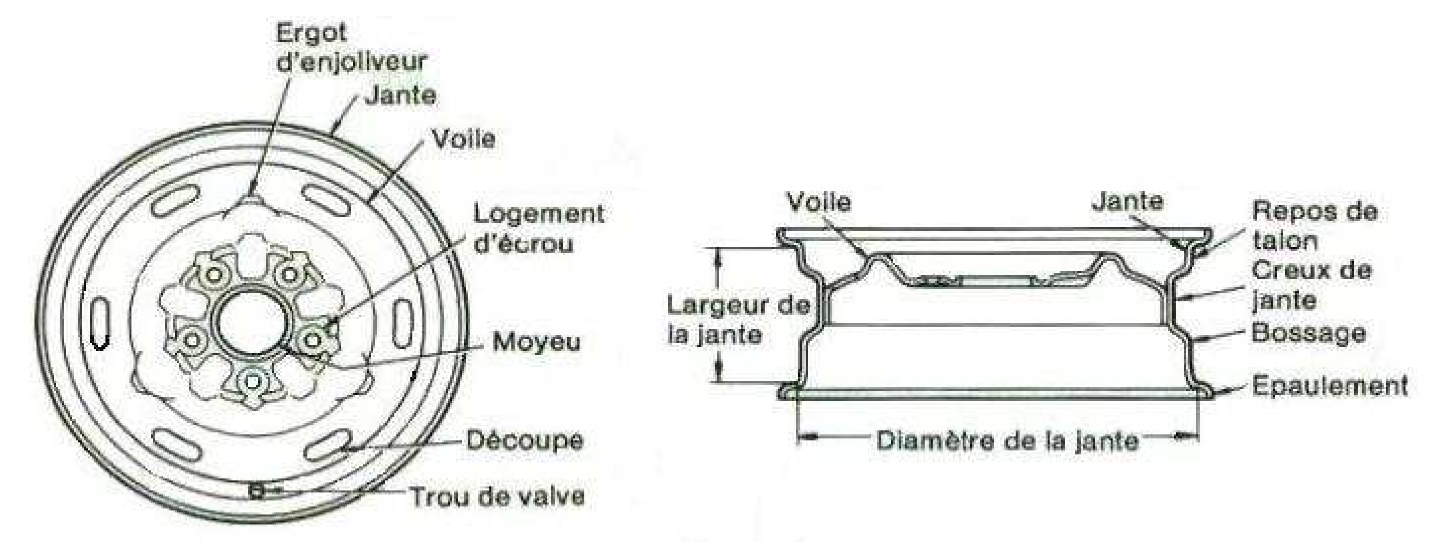


Figure 2

I.3.1 LA JANTE

C'est le cercle profilé en tôle d'acier roulée ou en alliage léger. Il existe des jantes solidaires au voile et des jantes amovibles.

TYPES DE JANTES

Jante à base creuse (fig.3)

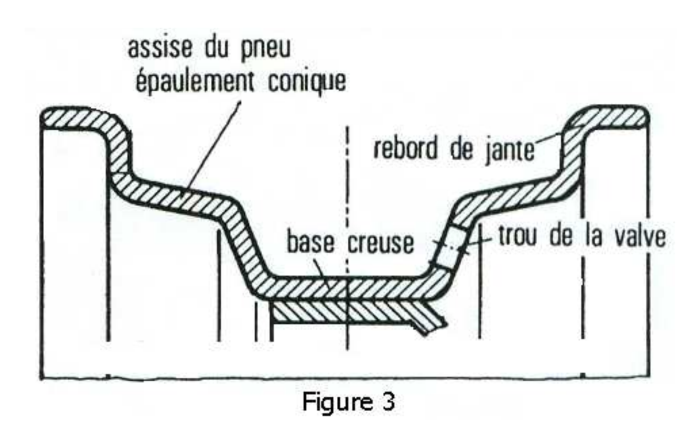


Figure 3

Jante d'assis conique (fig.4)

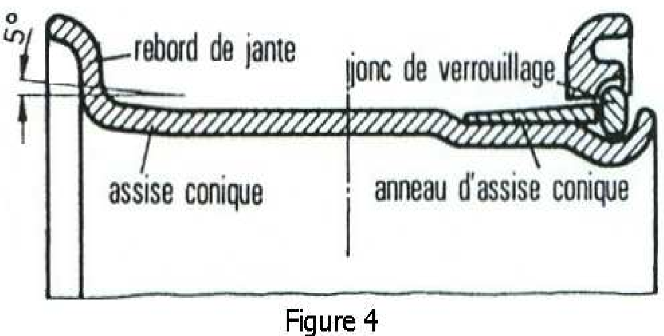


Figure 4

Jante à épaulement (fig.5)
C'est la jante à base creuse dans laquelle la portée du pneu comporte un épaulement appelé hump ou bossage de sécurité afin d'empêcher que le pneu soit poussé vers la base creuse dans les virages.

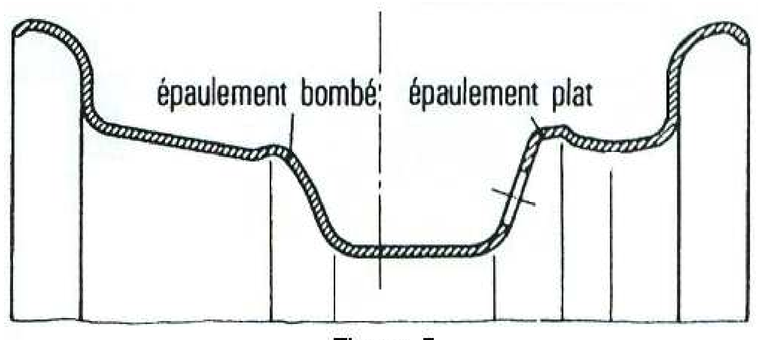
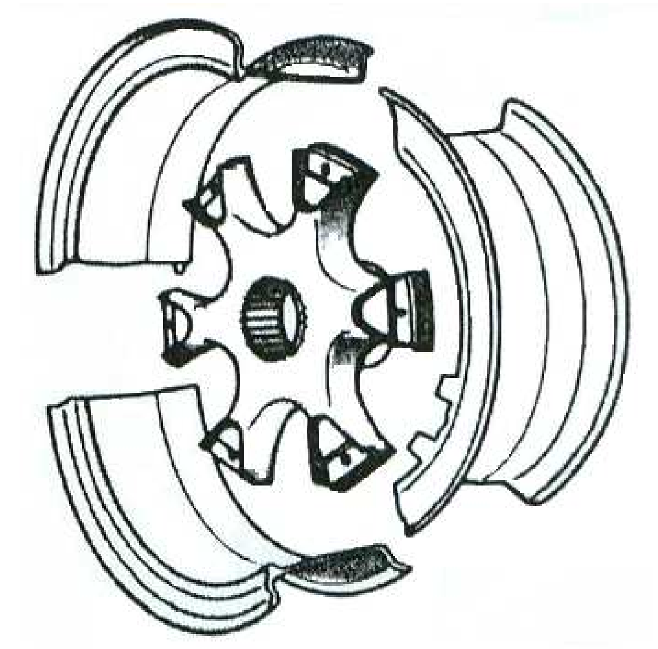


Figure 5

Jante trilex (fig.6)
Est divisée transversalement sur le pourtour étant composée d'un segment long et de deux segments courts dont les extrémités s'emboîtent les unes dans les autres. La jante trilex est fixée sur un moyeu en forme d'étoile.


Figure 6

Jante TDX (fig.7)
Comporte une gorge située entre le bord intérieur de la jante et le bourrelet monté sur le talon du pneu afin d'assurer une plus grande sécurité en cas de dégonflage du pneu.

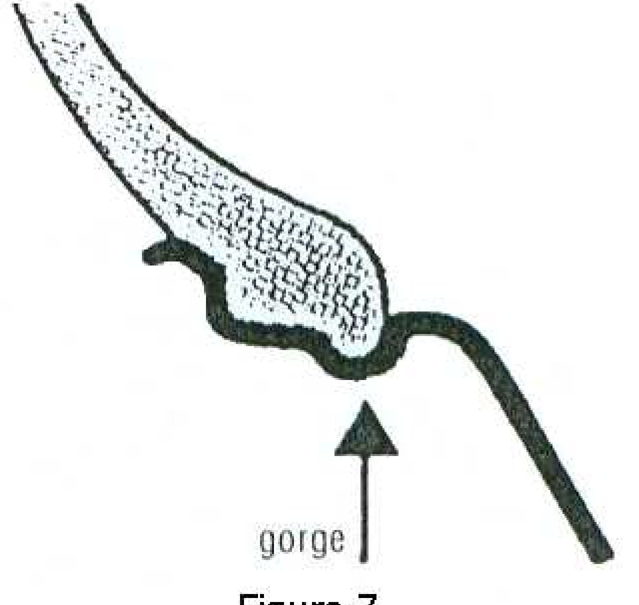


Figure 7

I.3.2 LE VOILE OU LE DISQUE

C'est la partie centrale de la roue (fig.8).

Remarque : A la place du voile, certaines roues ont un moyeu en forme d'étoile relié à la jante par de rayons en acier.

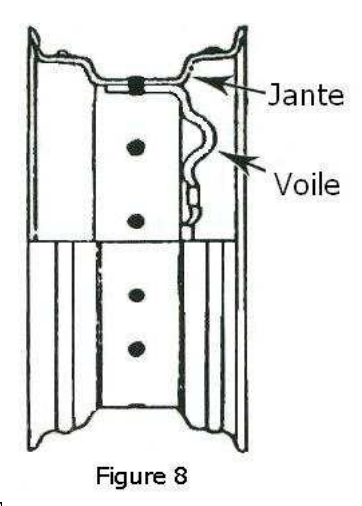


Figure 8

I.6 DIMENSIONS D'UNE ROUE

Les deux les plus importantes dimensions de la jante d'une roue sont le diamètre et la largeur, exprimés en pouces (fig.9)

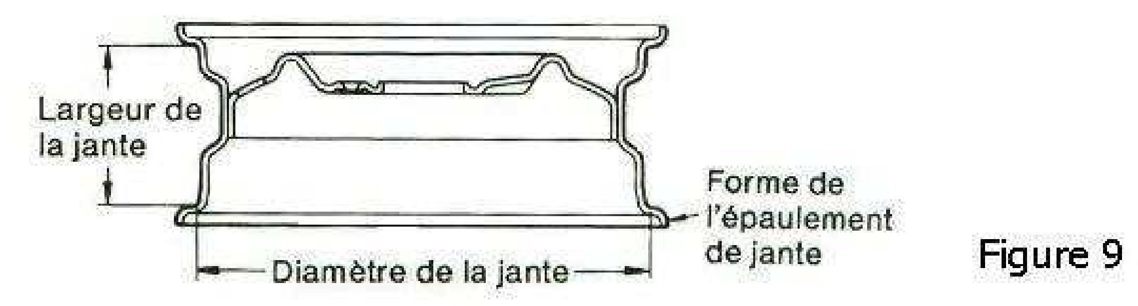


Figure 9

I.4 IDENTIFICATION D'UNE ROUE (fig.10)

D : Diamètre de la jante mesuré entre les coins intérieurs du siège du pneu.
L : Largeur de la jante, mesurée entre les coins intérieurs du siège du pneu.
M : Diamètre d'implantation des trous de fixation de la roue.
J : Rebord de la jante, en forme de J
ET : Déport ou écuanteur.

C'est la distance mesurée entre le plan milieu de la jante et le plan de fixation du voile au moyeu. Le déport garantit la bonne orientation de la charge sur le roulement de la roue. Il est important d'équiper le véhicule avec de jantes à déport correspondant pour que le roulement ne soit pas anormalement sollicité.

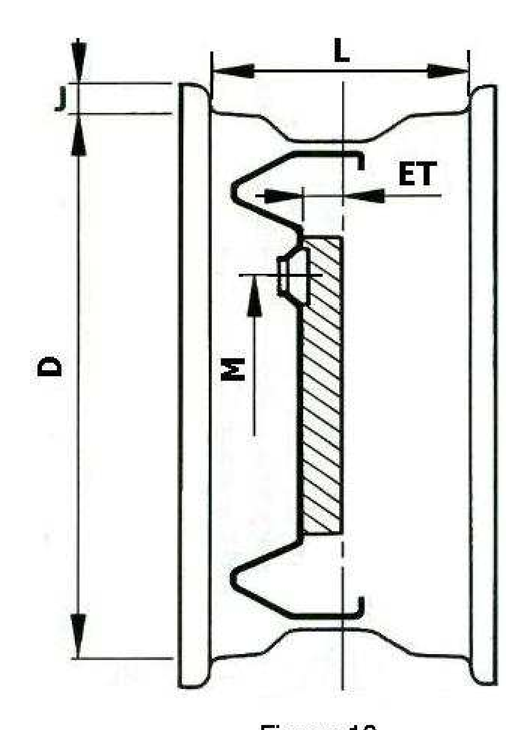


Figure 10

EXEMPLE D'IDENTIFICATION D'UNE ROUE

ROUE 4 J X 15 H ET 25

- 4 Largeur de la jante, en pouces (4'').
- J : Symbolise la dimension du rebord de la jante.
- X : Symbolise une jante à base creuse.
- 15 Diamètre de la jante, en pouces (15'').
- H : Symbolise une jante avec bossage de sécurité (hump).
- ET 25 : Déport de la jante de 25 mm.
- **ROUE 8.5 – 20**
- 8.5: Largeur de la jante en pouces (8,5'').
  - : Symbolise qu'il s'agit d'une jante à base plate.
- 20: Diamètre de la jante en pouces (20 '').

I.5 TYPES DE ROUES

Les roues sont classées en fonction du mode de fabrication et des matériaux dont elles sont fabriquées.

ROUE EMBOUTIE (fig.11)

Ce type de roue, caractéristique à la fabrication de série est composée d'une jante rapportée par soudure sur un voile obtenu par emboutissage.

ROUE EN ALLIAGE LEGER (fig.12)

Ce type de roue est fréquemment utilisée sur les véhicules automobiles dont ont veut soigner l'aspect esthétique.
L'alliage léger dont lequel est fabriqué la roue est réalisé soit en aluminium, soit en magnésium, moulé sous pression.

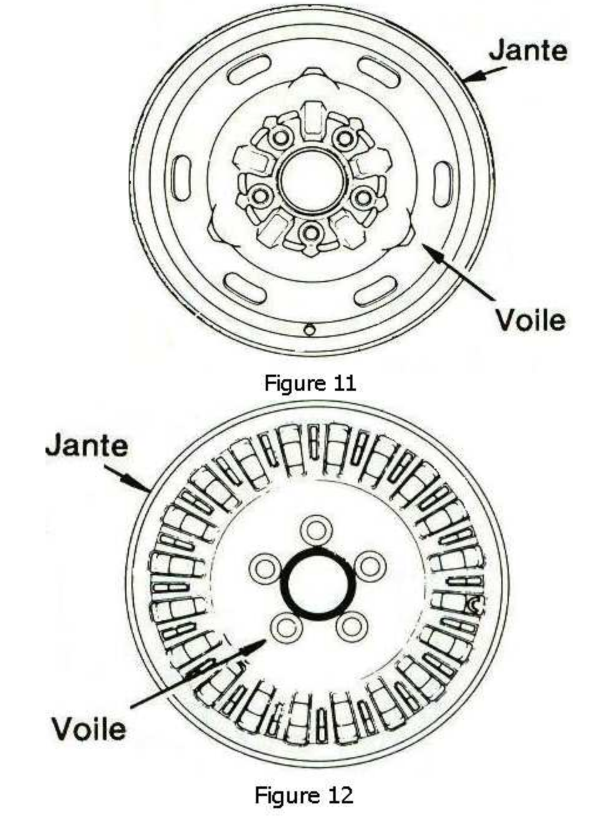


Figure 11

Figure 12

I.6 FIXATION DE LA ROUE

Elle remplit deux fonctions :

- Le centrage de la roue pour obtenir une concentricité acceptable.
- Transmission des forces de la roue au moyeu.

Précautions à prendre pour le montage des roues

- Il ne faut pas monter n'importe quelles vis ou écrous sur la roue.
- Lors du remplacement des roues d'origine par de roues en alliage léger, il convient aussi de changer les vis ou les écrous.

- Toutes les roues doivent être serrées à l'aide de la clé dynamométrique afin de ne pas déformer le cône de blocage et de ne pas voiler les disques de frein.

II PNEUS

II.1 DEFINITION

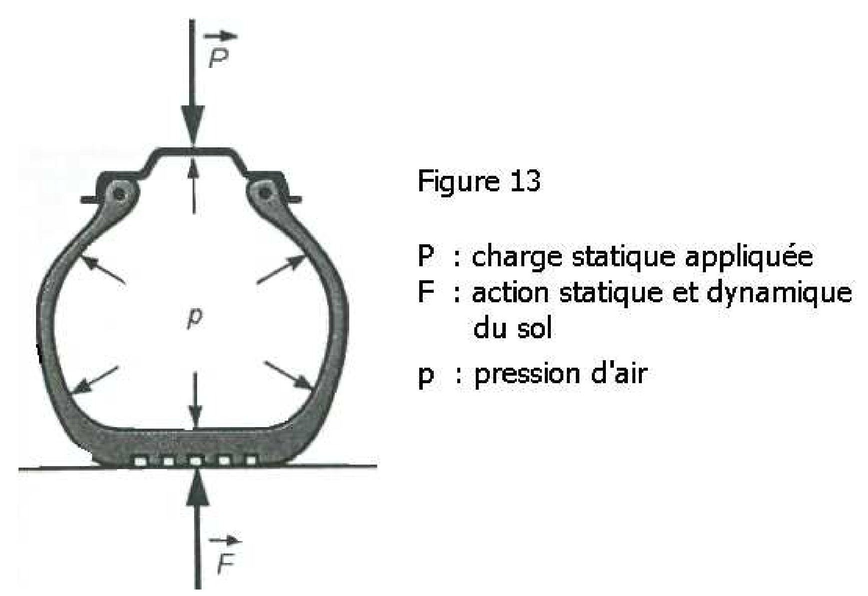
Les pneus sont les seuls composants d'un véhicule automobile en contact direct avec le revêtement de la route.

II.2 FONCTIONS DES PNEUS

- Supporter le poids total du véhicule.
- Transmettre les efforts de traction et de freinage.
- Diriger le véhicule automobile.
- Atténuer les à – coups provoqués par les irrégularités du revêtement routier.

II.3 LES ACTIONS SUR LES PNEUS

- Les pneus doivent supporter une pression d'air capable de porter le poids total du véhicule automobile. La figure 13 montre les forces qui s'exercent sur les pneus.



- L'énergie fournie par le moteur se traduit par l'application à la roue d'un couple moteur Cm. L'effort F au niveau du point de contact avec le sol peut être déterminé avec la formule F = Cm * 2π /L où L représente la circonférence de roulement du pneu utilisé. Par réaction, il apparaît la force FM égale et opposée à la force F, appliquée à l'axe de la roue, qui constitue l'effort moteur ou ''poussée''.

II.4 ADHERENCE

Si ''P'' représente le poids du véhicule appliqué sur la roue et ''f '' représente le coefficient de frottement de glissement du pneu sur le sol, l'effort ''F'' ne pourra être transmis au sol que dans la mesure où il sera inférieur ou égal à l'effort maximal ''FR'' = f * P.

Dans le cas contraire, l'effort moteur ne pourra pas être utilisé entièrement et on aura glissement de la roue sur le sol (patinage).

Le coefficient de frottement ''f'' dépend de la nature des surfaces de contact et il peut varier de 0,1 sur un sol glissant jusqu'à 0,9 sur un sol adhérent.

II.5 PARTIES COMPOSANTES D'UN PNEU (fig.14)



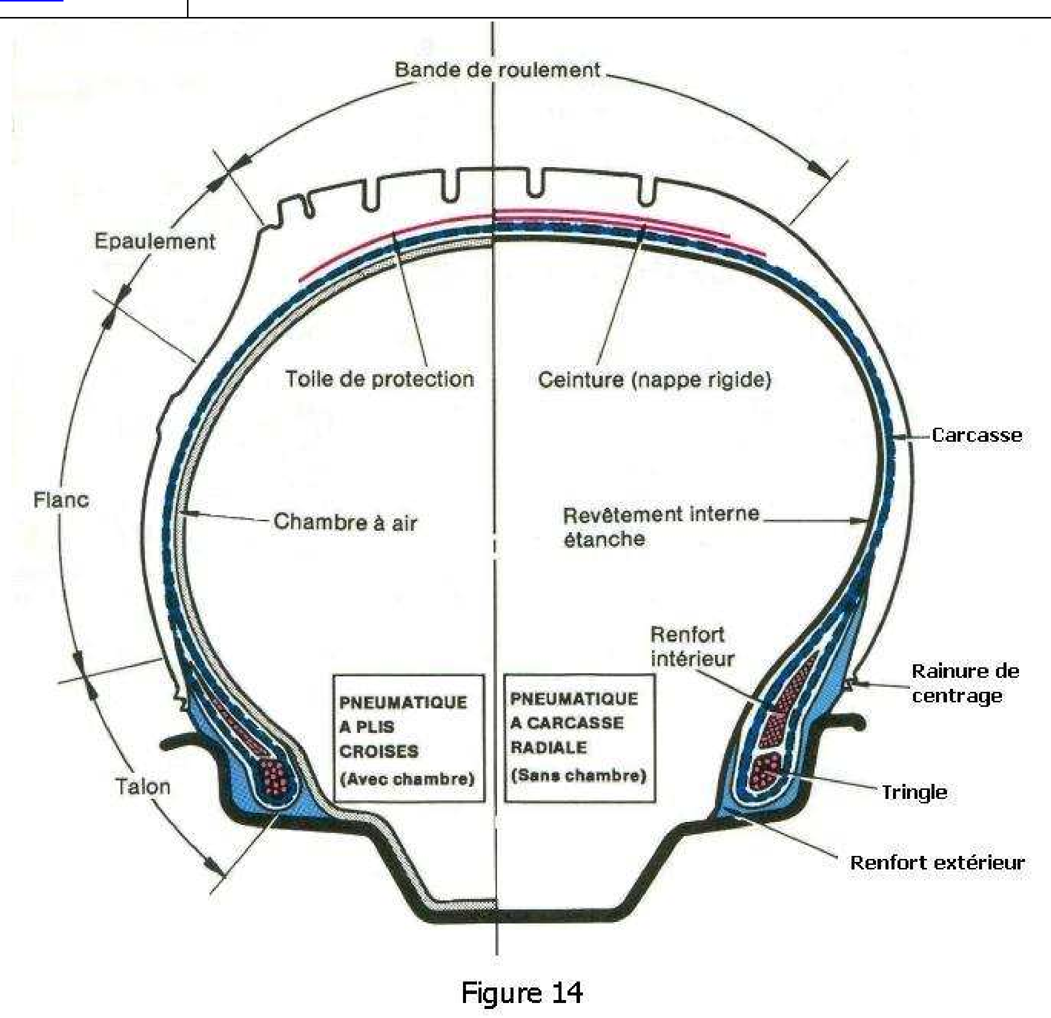


Figure 14

II.5.1 CARCASSE

C'est la structure du pneu et contient l'air sous pression pour absorber les variations de charge et les impacts.
La carcasse est composée de plusieurs nappes ou plis de toile vulcanisée en caoutchouc et super posées en plusieurs couches.
Les nappes des pneus des voitures de tourisme sont réalisées en polyester et nylon, alors que celles des poids lourds et des autocars font appel au nylon ou acier.
Le nombre de nappes ou plis varie selon le type de véhicule, allant de 2 à 6 pour les voitures de tourisme, jusqu'à 14 à 32 pour les poids lourds et les autocars.

II.5.2 BANDE DE ROULEMENT OU SEMELLE

C'est la couche de caoutchouc extérieure en contact direct avec la route.

II.5.2.1 FONCTIONS

- Assurer l'adhérence nécessaire à la transmission des efforts lors du déplacement et du freinage du véhicule automobile.
- Assurer le dégagement de l'eau afin d'éviter le phénomène d'aquaplaning.
- Protéger la carcasse de l'usure et des détériorations susceptibles d'être provoquées par le revêtement de la route.

II.5.2.2 RAINURES

La bande de roulement présente des rainures moulées à sa surface, destinées à permettre une transmission plus efficace des efforts (fig.15).

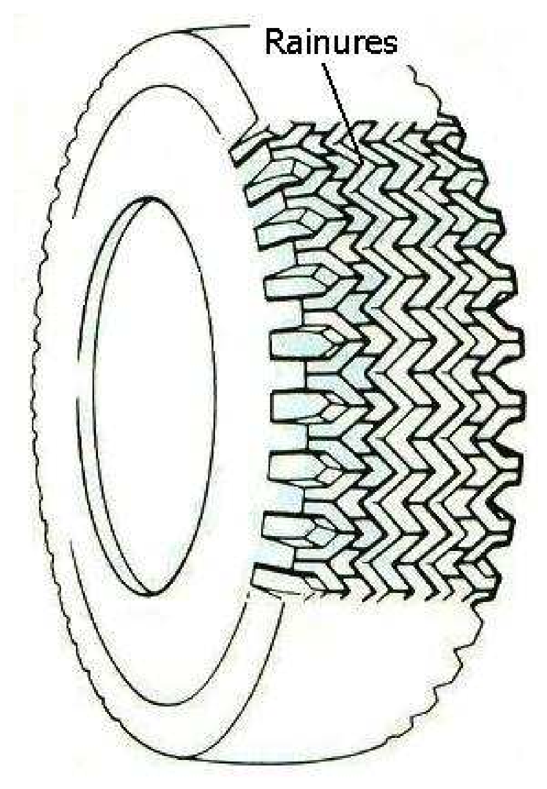


Figure 15

SCULPTURES DES RAINURES

Rainures en zig – zag (fig.16)

Conviennent aux pneus de grande vitesse sur des revêtements goudronnés.

Caractéristiques :

- Réduire la résistance au roulement du pneu.
- Résistance supérieure au dérapage.
- Niveau sonore réduit.

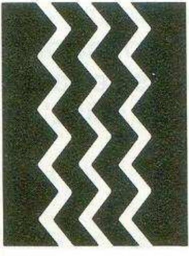


Figure 16

Rainures en épaulements (fig.17)

Les pneus à rainures en épaulements sont fréquemment Utilisés sur des engins de travaux publics et poids lourds.

Caractéristiques :

- Bonne traction
- Résistance au dérapage faible
- Niveau sonore élevé.



Figure 17

Rainures en zigzag et épaulements (fig.18)
Les pneus à ce type de rainures sont utilisés pour les poids lourds et les autocars.
Caractéristiques :

- Bonne stabilité du véhicule du fait que les rainures sont disposées de part et d'autre de l'axe du pneu.
- Usure uniforme.



Figure 18

Rainures en lamelle (fig.19)
Ce type de rainures est utilisé pour les pneus de neige.
Caractéristiques :

- Meilleures performances au freinage.
- Réduire les phénomènes de dérapage.
- Tendance à l'usure plus rapide.
- Résistance au roulement plus importante.
- Usure irrégulière de la bande de roulement.


Figure 19

Remarque :
Pour améliorer les performances des pneus sur les routes mouillées en facilitant l'évacuation de l'eau, il y a de pneus dont les rainures de la bande de roulement doivent être orientées dans un sens défini par rapport au sens de rotation (fig.20).

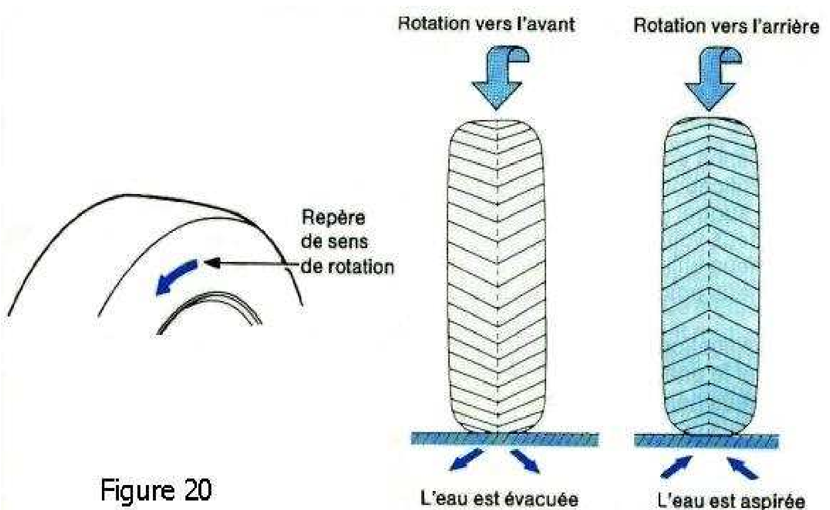


Figure 20

II.5.3 FLANCS

Sont les parties les plus souples du pneu car elles se déforment en permanence sous l'effet de la charge.
Ils sont constitués de couches en caoutchouc placées entre la bande de roulement et les talons et ont le rôle de protéger la carcasse contre les détériorations extérieures.
Sur les flancs du pneu apparaissent la marque du fabricant, les dimensions du pneu, ainsi que d'autre informations.

II.5.4 NAPPES DU SOMMET

Les nappes du sommet sont constituées par une couche tissée étant disposée entre la carcasse et la bande de roulement du pneu.
Les nappes renforcent l'adhérence entre la carcasse et la bande de roulement et atténuent les chocs transmis par la route à la carcasse.

II.5.5 CEINTURE OU ARMATURE RIGIDE

Est disposée en cercle tout autour du pneu, entre la carcasse et la bande de roulement, afin de maintenir la carcasse en place.

II.5.6 TALONS

Sont les extrémités intérieurs de plis du pneu en contact avec la jante de la roue.
Afin d'assurer la bonne tenue du pneu sur la jante sans décrochage en virages ou en cas de fortes sollicitations ,les talons sont roulés autour des fils en acier appelé tringles.
L'air sous pression contenu à l'intérieur du pneu plaque les talons contre la jante de la roue maintenant le pneu en place (fig.21).

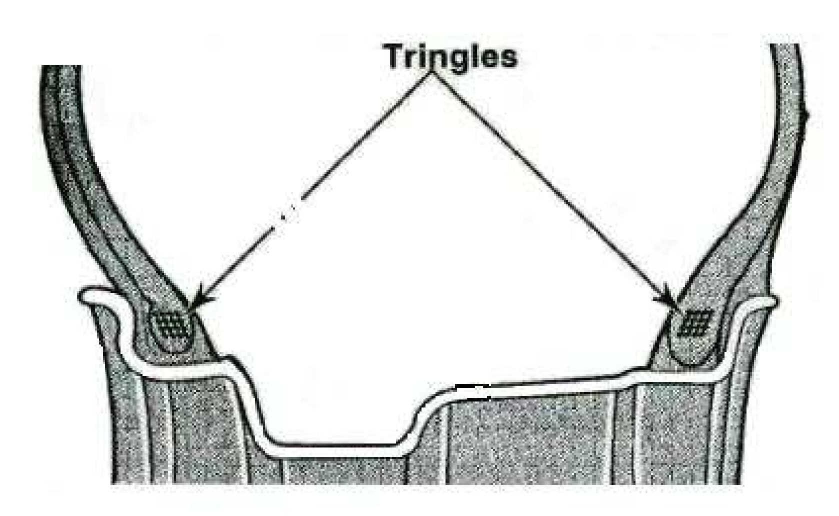


Figure 21

II.6 TYPES DE PNEUS

II.6.1 Classification en fonction de la disposition des nappes (plis) de la carcasse

- Pneus à carcasse diagonale ou à plis croisés.
- Pneus à carcasse diagonale ceinturée.
- Pneus à carcasse radiale.

II.6.2 Classification en fonction de la méthode de gonflage

- Pneus avec chambre ou ''tube type''
- Pneus sans chambre ou ''tubeless''

II.6.3 Classification en fonction du revêtement de la route, sur lequel le pneu est déstiné à être utilisé

- Pneus toutes saisons
- Pneus neige
- Pneus crampons
- Pneus sable

II.6.4 Autre types

- Pneus de secours
- Pneus taille base

II.7 PNEUS A CARCASSE DIAGONALE (fig.22)

Les plis de la carcasse sont fixés dans les talons du pneu et superposés d'un côté à l'autre de façon oblique ou en diagonale par rapport à la bande de roulement.
Ils forment par rapport au sens de marche du pneu un angle de 40° environ.
L'épaisseur de la carcasse est identique sur toutes les parties du pneu.

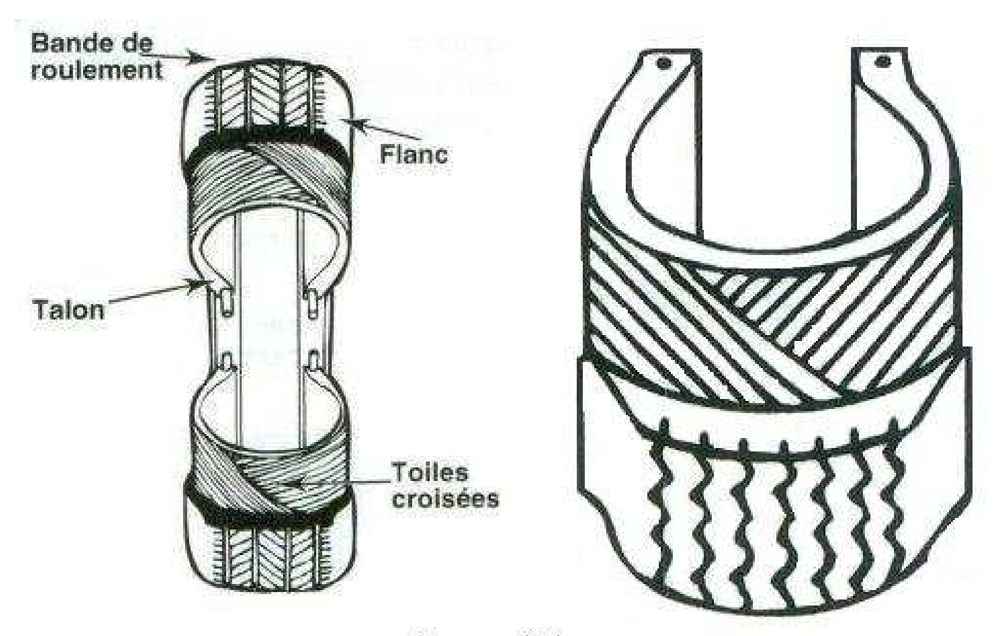


Figure 22

Inconvénients :

- La déformation des flancs se traduit au niveau de la bande de roulement par l'échauffement anormal et une plus grande usure par rapport aux autres types de pneus.
- Pertes d'énergie provenant du frottement des plis entre eux au niveau des flancs lors des flexions.
- Manque de souplesse du fait de la pression de gonflage élevée.

II.8 PNEUS A CARCASSE DIAGONALE CEINTUREE (fig.23)

Ce type de pneu a la même construction que le pneu à carcasse diagonale.
Cependant, il est renforcé par de ceintures supplémentaires en toile, en fibre de verre ou en acier qui entourent la circonférence du pneu seulement sous la bande de roulement.

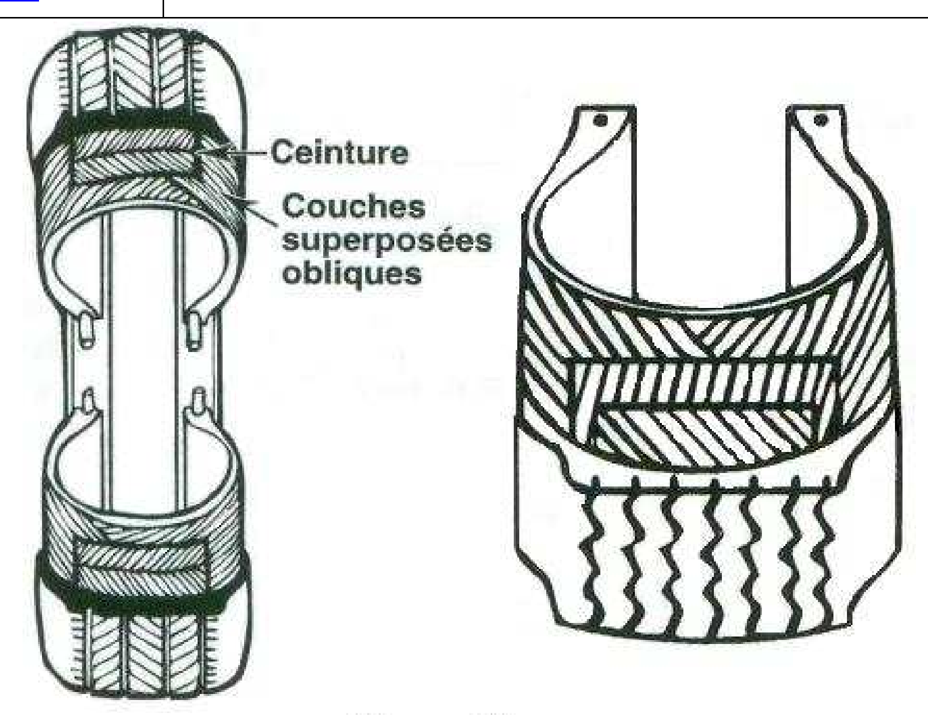


Figure 23

Avantage :
Réduire la déformation de la bande de roulement en lui conservant sa forme circulaire, empêchant ainsi l'échauffement du pneu.

II.9 PNEUS A CARCASSE RADIALE (fig.24)

Les plis de la carcasse sont disposés radialement d'un talon à l'autre.
Une ceinture stabilisante (belt) entoure la carcasse afin de la renforcée.

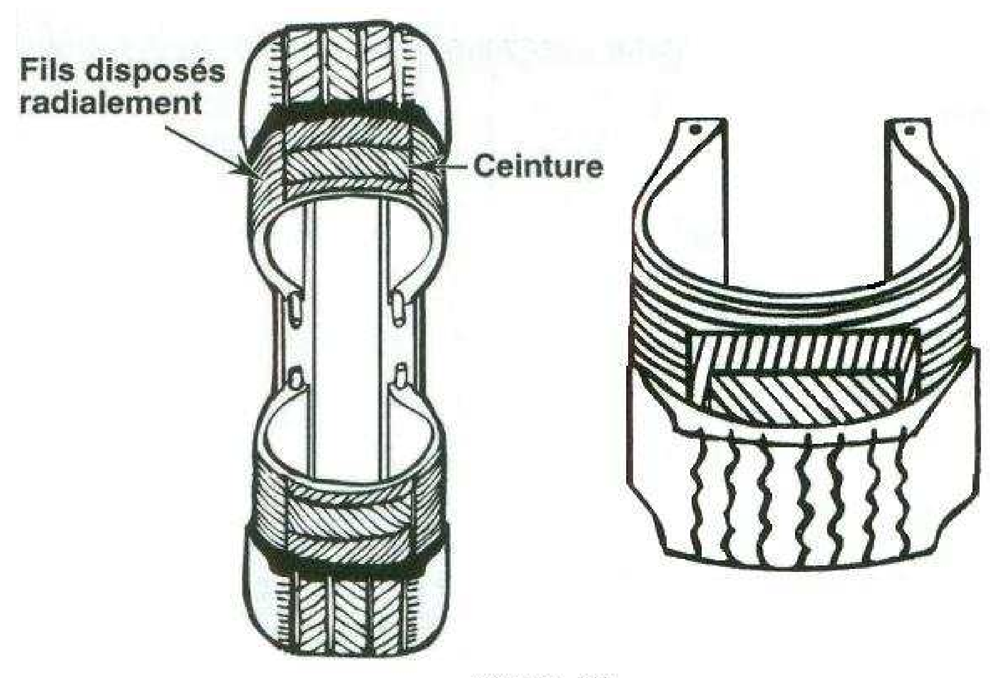


Figure 24

Avantages :

- Améliorer la tenue de route du véhicule automobile.
- Les déformations des flancs ne provoquent un échauffement exagéré des pneus.
- Pression de gonflage plus base.
- Meilleure absorption des chocs reçus par les roues.
- Moins d'usure et pertes d'énergie grâce à la stabilité de la bande de roulement.

Inconvénients :

- Plus bruyants à la vitesse réduite par rapport aux pneus à carcasse diagonale.
- Fabrication plus coûteuse.

Important :

N'équiper jamais un véhicule à la fois de pneus à carcasse radiale et de pneus à carcasse diagonale. L'utilisation de deux types de pneus peut rendre les manoeuvres de direction difficiles et augmenter le risque de dérapage.

II.10 PNEUS TRX (fig.25)

Le **TRX** est un pneu associé à une jante dont le profil est adapté à l'architecture de celui-ci afin d'obtenir une meilleure répartition des tensions qui s'exercent lors du roulage.

Avantages :

- Stabilité améliorée lors du roulage du véhicule.
- Résistance accrue à l'usure.

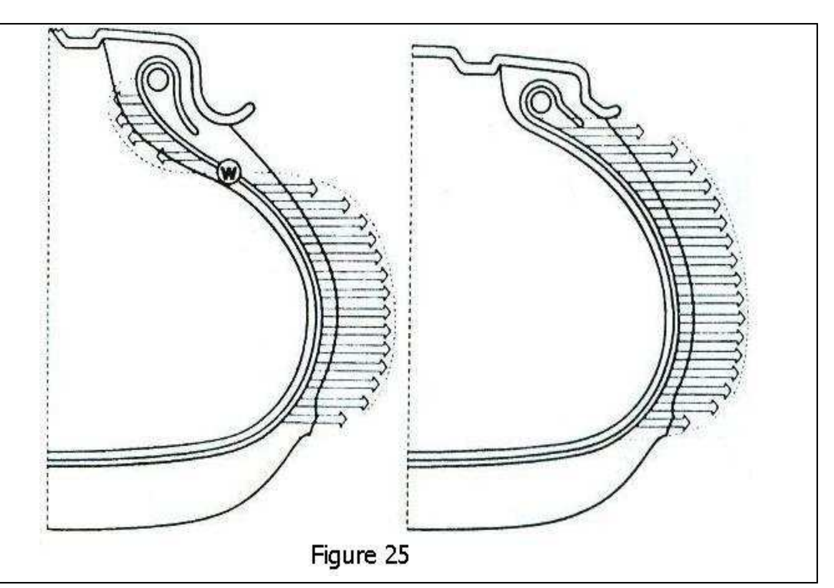


Figure 25

II.11 PNEUS A CHAMBRE A AIR OU ''TUBE TYPE''

Sont munis des chambres à air intérieures chargées de retenir l'air sous pression à l'intérieur des pneus. La valve de gonflage est vulcanisée sur la chambre à air et est engagée dans un trou réalisé dans la jante.

Inconvénients :

- Poche d'air pouvant se produire lors du gonflage (fig.26)
- En cas de crevaison, le dégonflage de la chambre à air est très rapide (fig.27)

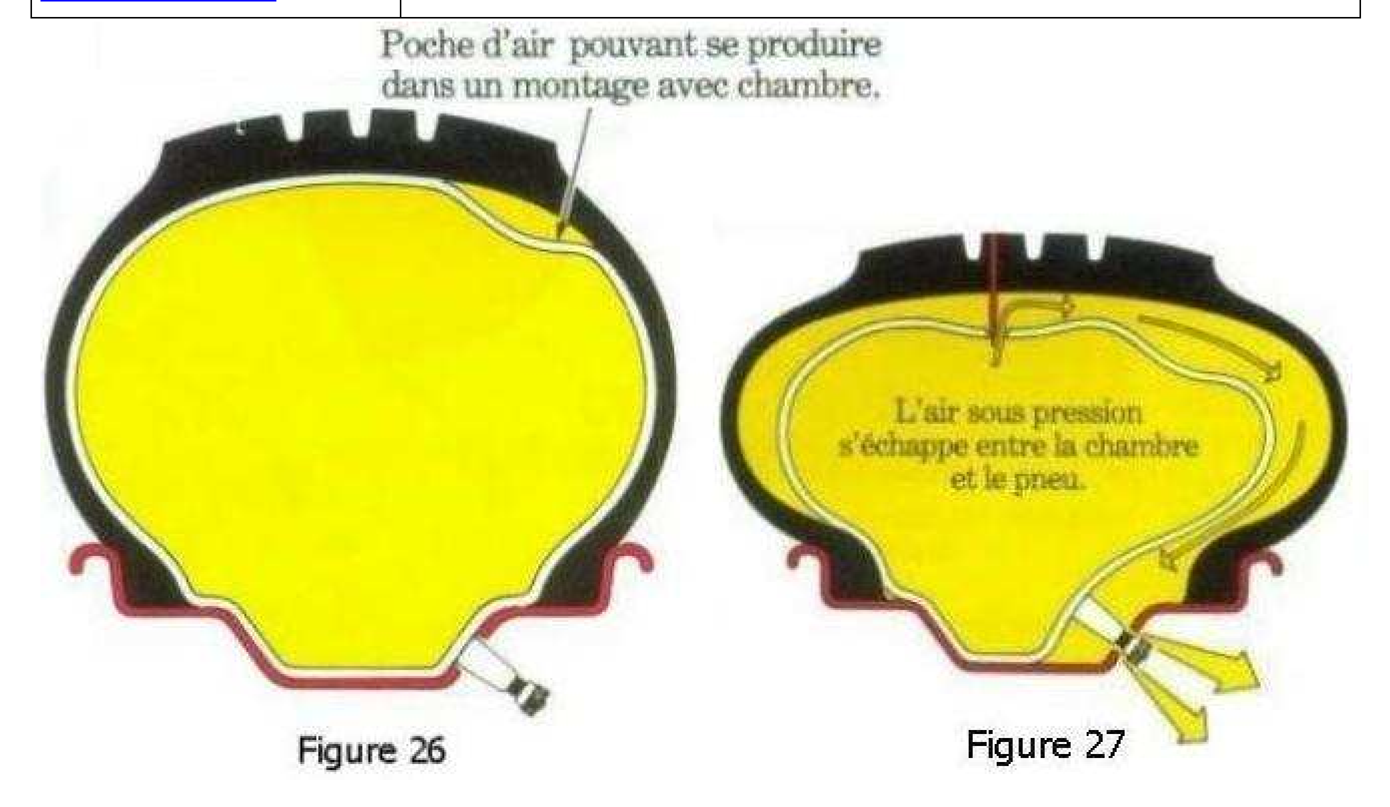


Figure 26 Figure 27

II.12 PNEUS SANS CHAMBRE A AIR OU ''TUBELESS''

La plupart des véhicules sont équipés des pneus tubeless qui se distinguent des autres pneus par l'absence des chambres à air.
L'air sous pression est retenu à l'intérieur du pneu par la présence d'un revêtement interne réalisé à l'aide d'un mélange de caoutchouc dont les caractéristiques d'étanchéité sont très importantes.
L'étanchéité parfaite est garantie par une valve en caoutchouc fixée directement sur la jante.
Avantage :
En cas de crevaison, la perte d'air est très lente (fig.28).

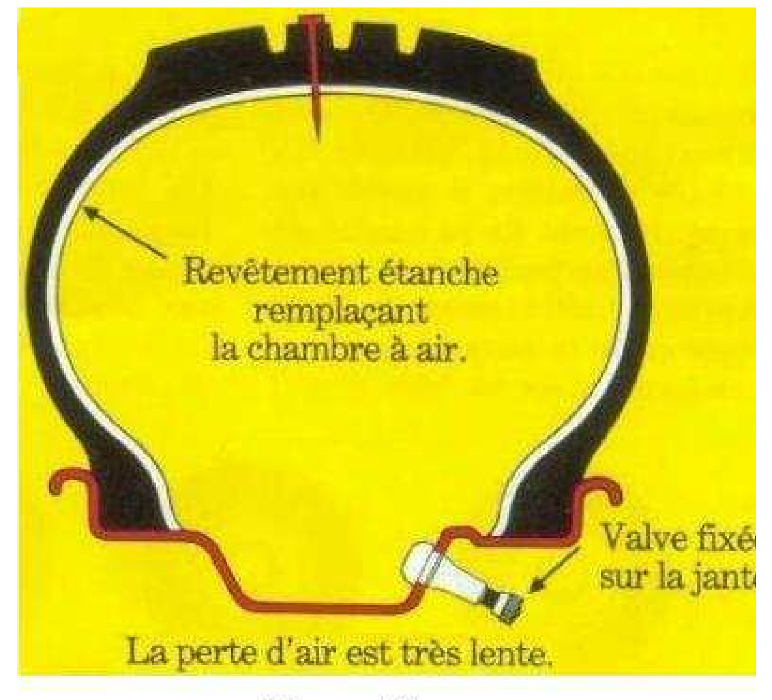


Figure 28

Remarques :

- Les jantes employées pour les pneus tubeless doivent être dans un état irréprochable, sans traces de rouille, ni déformation afin d'assurer l'étanchéité.
- Il est déconseille de monter une chambre à air à l'intérieur d'un pneu tubeless parce que les éventuelles poches d'air formées entre le pneu et la chambre peuvent entraîner l'échauffement des deux surfaces ,d'où ,risque d'éclatement.

II.13 PNEUS TOUTES SAISONS

Un pneu toutes saisons est un pneu normal, mais qui a été modifié afin de permettre à obtenir des performances d'utilisation meilleures sur les revêtements sableux ou enneigés.
Ce type de pneu peut être utilisé tout au long de l'année car il associe les caractéristiques d'un pneu normal et d'un pneu neige.

II.14 PNEU NEIGE

Le pneu neige (fig.29) est conçu de manière à maintenir la stabilité du véhicule sur route boueuse ou enneigée. Ce résultat est obtenu grâce :

- A la présence d'un grand nombre de lamelles sur la bande de roulement.
- A la présence d'une bande de roulement élargie entre 10% et 20% par rapport à celle d'un pneu normal.
- A l'utilisation d'un caoutchouc qui réponde à une formule spéciale destinée à préserver une plus grande souplesse à basse température.

II.15 PNEUS CLOUTES

Le pneu clouté est conçu afin de bénéficier d'une meilleure stabilité à la traction sur les routes verglacées.
Il s'agit d'un pneu neige associé à des clous métalliques qui mordent la surface verglacée transmettant ainsi l'effort de traction et de freinage du véhicule.

- L'utilisation des pneus cloutés sur revêtement exempt de neige doit être évitée pour empêcher l'usure rapide des clous et la détérioration du revêtement routier.
- Après dépose, les pneus cloutés doivent être remontés dans le même sens qu'à l'origine, sinon il y a risque d'arrachement des clous lors l'utilisation.

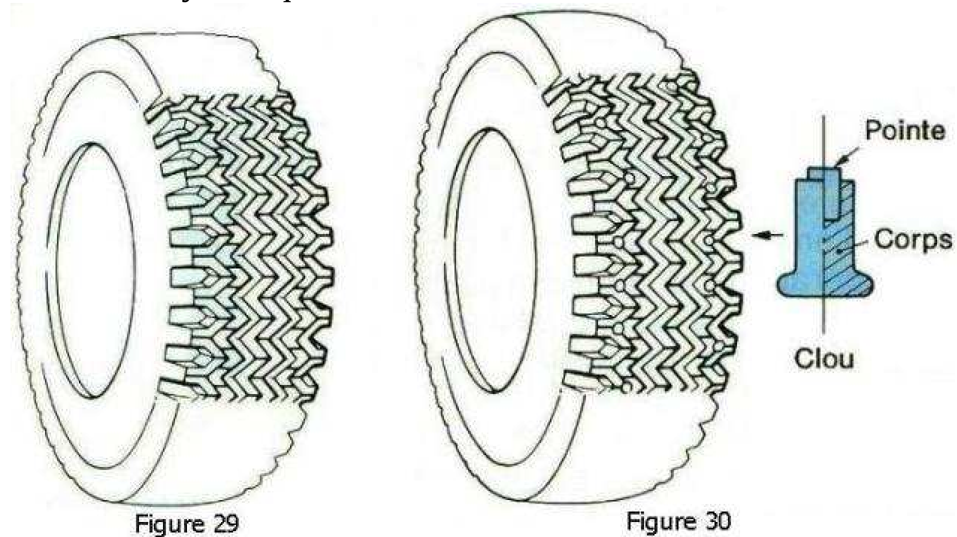


Figure 29 Figure 30

II.16 NORMALISATION DES PNEUS

Le flanc d'un pneu porte généralement des codes qui permettent de connaître ses dimensions, sa construction et son type (fig.31).
Les dimensions sont indiquées en millimètres ou en pouces.
A titre d'exemple, la figure 32 illustre le flanc d'un pneu tubeless.

Interprétation des codes :

- **175** : La largeur du pneu en millimètre.
- **70** : C'est le rapport entre la hauteur de la section du pneu et sa largeur.

La figure 33 montre les différents types de profiles des pneus.
Remarque : 80 est le rapport traditionnel, Les valeurs inférieures sont considérées comme des modèles de pneus ''tailles basses.

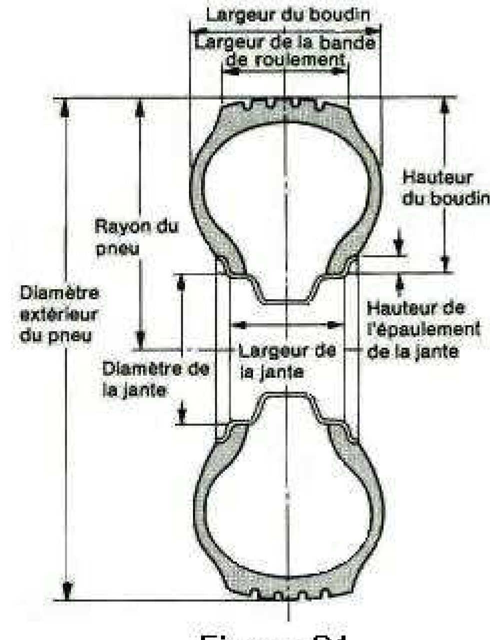


Figure 31

Bib repérant l'emplacement de l'indicateurd'usure.
Marque enregistrée.
Nom du fabricant.
Largeur du pneu : en mm.
Rapport d'aspect : Rapport hauteur sur section : H/S = 0,70
Structure = R (Radial)
Diamètre intérieur = 13 pouces. (Correspond à celui de la jante).
Indice de charge : 82 = 475 kg
Code de vitesse : T = 190 km/h
Pneu : MXT
Pneu sans chambre (Tubeless)

Figure 32

- **R** : ce chiffre indique le type de structure (R : radial ; B : bias belted ou ceinturé ; D : diagonal bias ou pneu à carcasse diagonale).
- **13** : Représente le diamètre de la jante exprimé en pouces (un pouce est égal à égal à 25,4 mm).
- **84** : Représente l'indice de charge.
  Ce chiffre donne la capacité de charge maximale qui ne doit être dépassée (fig.34).
- **S** : Code de vitesse maximale qui ne doit être dépassée par le véhicule (fig.35).

Autres exemples :

P 195 / 75 R – 15
P : indique qu'il s'agit d'un pneu de tourisme.
195 : La largeur de la bande de roulement (195 mm).
75 : Le profil. La hauteur de la section du pneu équivaut à 75% de sa largeur (75/100*195=146,25 mm).
R : désigne un pneu à structure radiale.
15 : diamètre de la jante (en pouces).

180 / 65 VR 390
180 : Largeur de la bande de roulement (mm).
65 : Le profil. La hauteur de section du pneu équivaut à 65% de sa largeur.
V : code de vitesse maximale du pneu.
R : désigne un pneu à carcasse radiale.
390 : diamètre de la jante (mm).

Remarques :

- Les pneus neige sont marqués par les lettres M&S, M/S ou M+S.
- Les pneus de secours temporaires sont marqués d'un T.
  Ils permettent d'alléger le véhicule et d'augmenter le volume utilisable du coffre.
  Ils sont conçus pour parcourir de distances qui ne dépassent pas 80 km, à une vitesse maximale de 80 km / h.

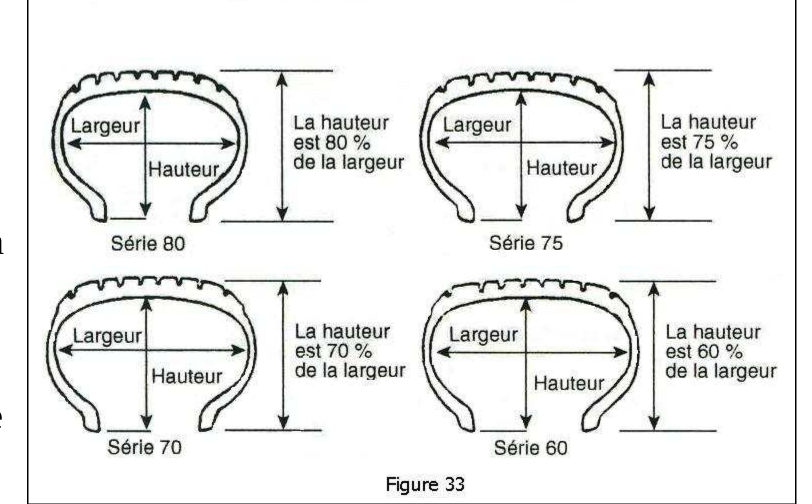


Figure 33

charge autorisée

Indice	Charge par pneu en kg	Indice	Charge par pneu en kg	Indice	Charge par pneu en kg
60	250	70	333	80	450
61	257	71	345	81	462
62	265	72	355	82	475
63	272	73	365	83	487
64	280	74	375	84	500
65	290	75	387	85	515
66	300	76	400	86	530
67	307	77	412	87	545
68	315	78	425	88	560
69	325	79	437	89	580

Figure 34



vitesse maximum autorisée

L - 120 km/h	S - 180 km/h
M - 130 km/h	T - 190 km/h
N - 140 km/h	U - 200 km/h
P - 150 km/h	H - 210 km/h
Q - 160 km/h	V - 240 km/h
R - 170 km/h	Z - Plus de 240 km/h

Figure 35

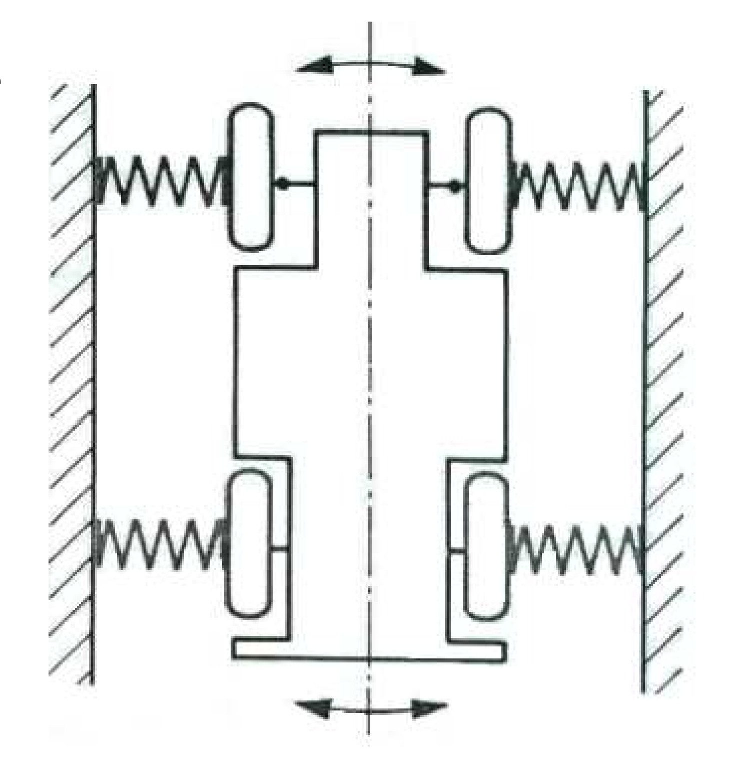
II.17 REACTIONS DYNAMIQUES DES PNEUS

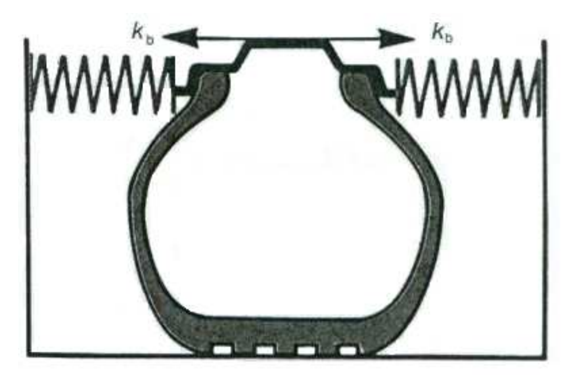
Lorsqu'un pneu subit un effort latéral, on constate un déplacement relatif du plan de la roue par rapport à celui de la bande de roulement.
Lors du déplacement du véhicule, ce mouvement provoque les phénomènes de **ballant** et de la **dérive** qui influencent la tenue de route.

II.17.1 LE BALLANT

C'est le déplacement latéral alternatif de la jante provenant de l'élasticité du pneu.
Le ballant, qui peut être imagée schématiquement par de ressorts à action latérale (fig.36), provoque sur le véhicule le phénomène de lacet.
Ce phénomène est préjudiciable à la tenue de route et peut être diminué par :

- Renforcement des talons et des flancs des pneus.
- Augmentation de la pression de gonflage.
- Diminution du rapport H / L
  H : hauteur de la section du pneu
  L : largeur de la jante
- Augmentation de la largeur de la jante.





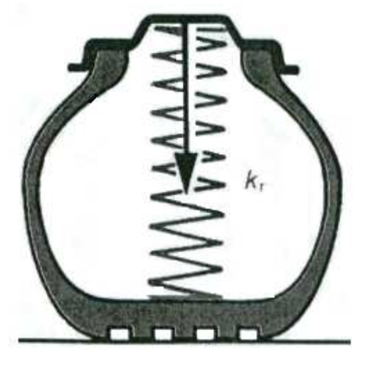


Figure 36

II.17.2 LA DERIVE

Lorsqu'une roue est soumise à une force latérale (vent, force centrifuge, etc.) les flancs du pneu se déforment et le plan moyen de la roue ne passe plus par le point de contact central de la bande de roulement avec le sol (fig.37).

La bande de roulement se déforme elle aussi et sa trajectoire n'est plus confondue avec celle de la roue (fig.38).

Ces deux trajectoires forment entre elles un angle appelé angle de dérive (fig.39) qui varie selon :

- L'effort latéral subi par le pneu.
- La structure du pneu.
- La pression de gonflage du pneu.
- La charge sur le pneu.
- La largeur de la jante.
- Le rapport H / L.
  H : hauteur de la section du pneu
  L : largeur de la jante

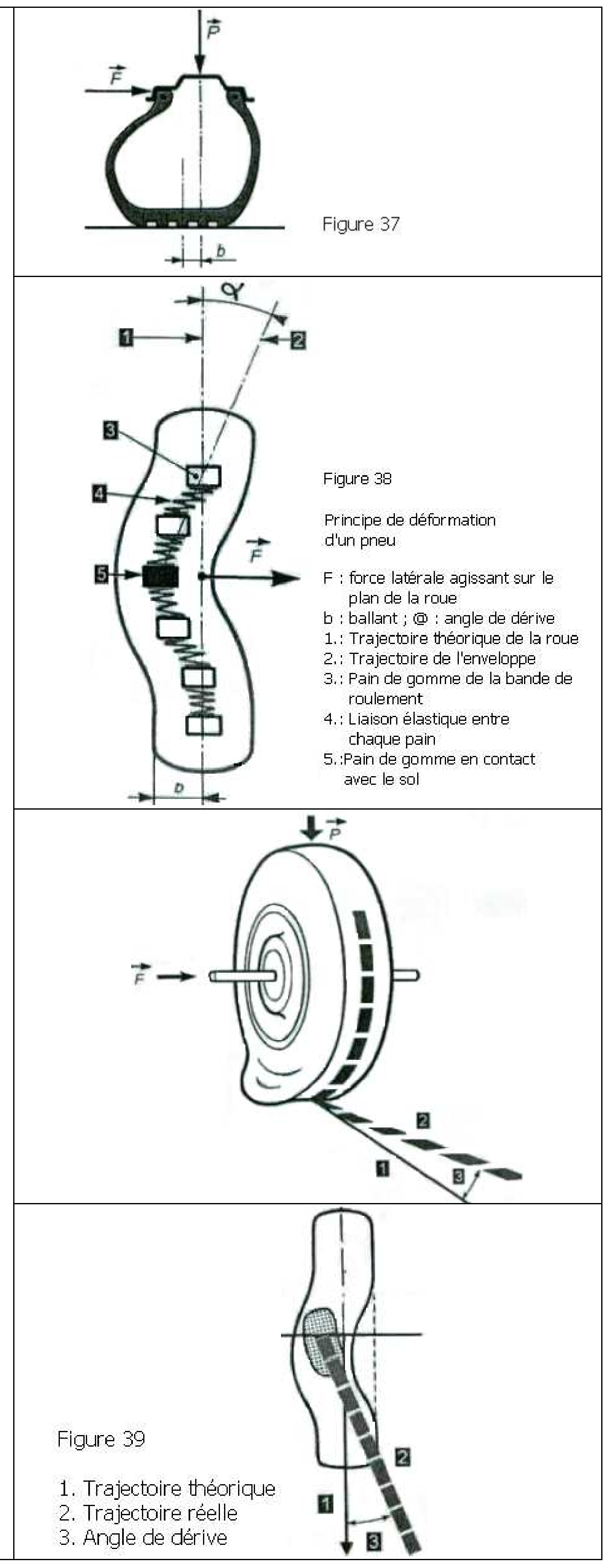


Figure 37

Figure 38

Principe de déformation d'un pneu

F : force latérale agissant sur le plan de la roue
b : ballant ; @ : angle de dérive
1. : Trajectoire théorique de la roue
2. : Trajectoire de l'enveloppe
3. : Pain de gomme de la bande de roulement
4. : Liaison élastique entre chaque pain
5. :Pain de gomme en contact avec le sol

Figure 39

1. Trajectoire théorique
2. Trajectoire réelle
3. Angle de dérive

LES CONSEQUENCES DU PHENOMENE DE DERIVE SUR LA TENUE DE ROUTE DES VEHICULES

Les différents comportements du véhicule selon l'emplacement du centre de gravité G, sont les suivants :

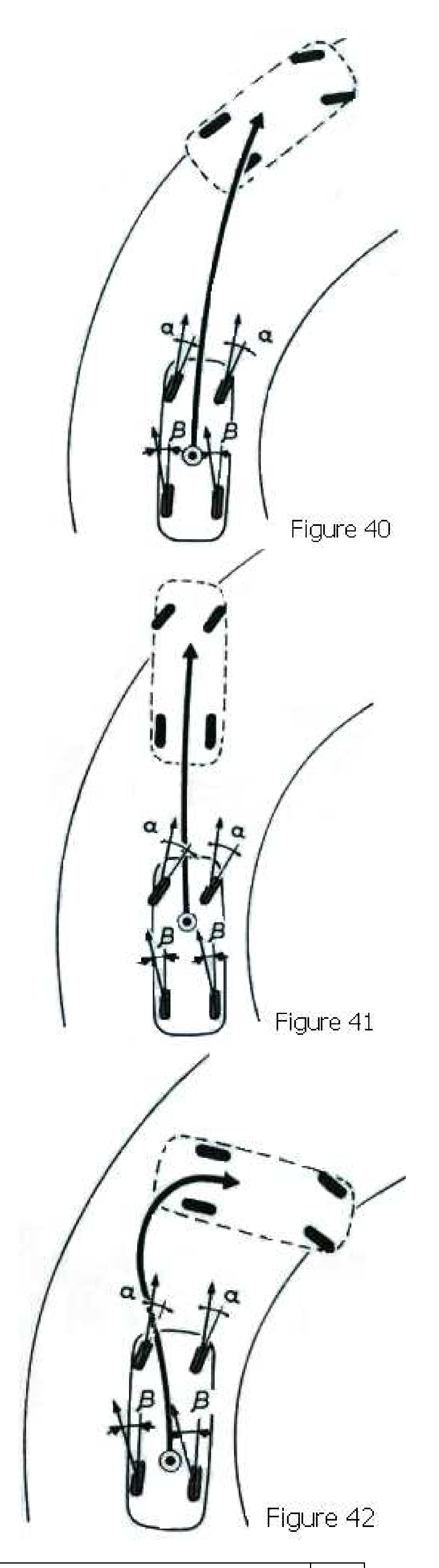
- Si le centre de gravité G du véhicule est situé à une distance égale des deux essieux, l'angle de dérive sera identique sur tous les pneus et le véhicule a un comportement neutre (fig.40).

- Dans le cas des véhicules à traction avant, le centre de gravité est déporté vers l'avant et l'angle de dérive sera plus important à l'avant qu'à l'arrière (α > β).
  Ce type de véhicule s'appelle **sous – vireur** (fig.41).

- Dans le cas des véhicules à traction à l'arrière, le centre de gravité est déporté vers l'arrière et l'angle de dérive sera plus important à l'arrière qu'à l'avant (β > α).
  Ce type de véhicule s'appelle **survireur** (fig.42).

Précaution à prendre afin d'éviter les comportements imprévus du véhicule :

- Respecter les pressions de gonflage des pneus préconisées.
- Sur gonfler les pneus en cas de charge.
- Ne pas équiper les véhicules avec de pneus de types différents.



II.18 USURE DES PNEUS

II.18.1 GENERALITES

L'usure des pneus se traduit par la disparition ou par la détérioration des sculptures de la bande de roulement et autres plans sous l'effet du frottement entre les pneus et la route.

L'usure varie en fonction :

- De la pression de gonflage
- De la charge du véhicule
- De la vitesse de déplacement du véhicule
- D'un mauvais alignement des roues
- D'un mauvais équilibrage des roues
- Du freinage
- De l'état du revêtement de la route

On peut mentionner qu'une température élevée provoque l'usure la plus rapide des pneus. En effet ,si le pneu est surchargé ou insuffisamment gonflé ,lors du déplacement du véhicule ,la chaleur peut atteindre une température de 114° C ,ce qui réduit sa résistance et entraîne une usure rapide de la bande de roulement.

Il faut savoir qu'un pneu s'use :

- Trois fois plus vite sur une mauvaise route que sur une route en bon état
- Six fois plus vite sur une route empierrée que sur un goudron lisse.
- Deux fois plus vite à 120 km / h qu'à 70 km / h
- Plus vite si la pression de gonflage n'est pas conforme
- Plus vite s'il est soumis à de fortes accélérations et freinages brutaux
- Plus vite si la charge maximale est dépassée
- Plus vite si les amortisseurs sont défectueux
- Plus vite si l'équilibrage des roues n'est pas correct

II.18.2 PRESSION DE GONFLAGE

La longévité des pneus et leurs performances dépendent étroitement de la pression de gonflage. La figure 43 montre la surface de contact au sol de la bande de roulement d'un pneu insuffisamment gonflé et l'autre trop gonflé par rapport au pneu gonflé correctement.

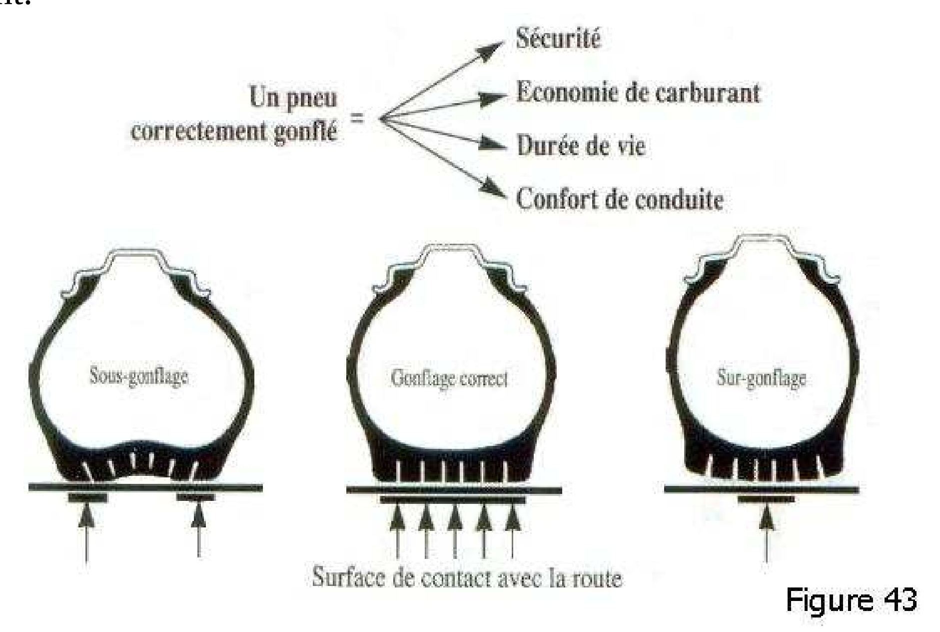


Figure 43

II.18.2.1 SUR GONFLAGE

Dans ce cas, la pression de gonflage est supérieure à la pression normale et peut provoquer :

- La diminution de la largeur de la bande de roulement en contact avec la route, ce qui compromettre la stabilité et la capacité de freinage du véhicule automobile.
- L'usure rapide de la partie centrale de la bande de roulement (fig.44).
- Les plis des pneus sont anormalement tendus et donc plus susceptibles de se détériorer en cas d'impact.




Figure 44

II.18.2.2 SOUS GONFLAGE

Le sous gonflage se traduit par des problèmes particuliers :

- Gaspillage d'énergie et augmentation de la consommation de carburant, suite à l'augmentation des frottements entre la bande de roulement et la route.
- L'usure plus rapide des épaulements de la bande de roulement (fig.45).
- L'échauffement anormal du pneu.
- Apparition à grande vitesse des phénomènes d'aquaplaning (fig.46).
  Ce phénomène se produit lorsque le pneu n'arrive plus à évacuer par son profil l'eau qui s'accumule devant la bande de roulement. La roue n'a donc plus un appui stable, d'où un manque d'adhérence et une perte de maîtrise du véhicule, qui ne peut être ni freiné, ni dirigé.




Figure 45

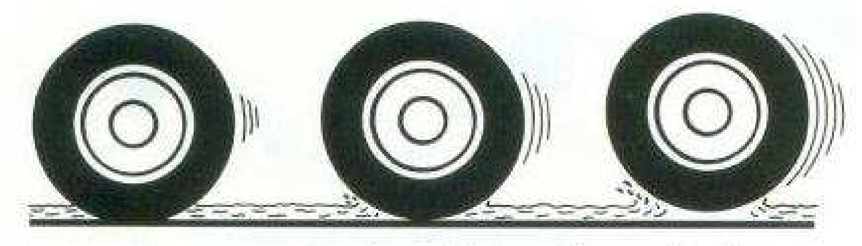


Figure 46

II.18.2.3 CONTROLER LA PRESSION DE GONFLAGE DES PNEUS

a).Généralités

Les pneus ne peuvent pas remplir leurs fonctions que si les pressions de gonflage sont strictement respectées suivant les données du constructeur.

En effet, c'est la pression d'air qui supporte la charge et qui détermine la stabilité et la tenue de route du véhicule automobile.

Le respect des pressions préconisées évite également l'échauffement anormal des flancs des pneus qui peut provoquer l'éclatement du pneu ou la dislocation de la carcasse.

b). Marche à suivre :

1. Laisser le pneu se refroidir trois heures ou plus si le véhicule a effectué un parcours important (au – delà de 1,5km).

Remarque : La pression de gonflage augmente de 20% environ en cas de conduite à grande vitesse.

2. Déposer le capuchon de la valve et vérifier la pression de gonflage de tous les pneus à l'aide d'un manomètre (fig.47).

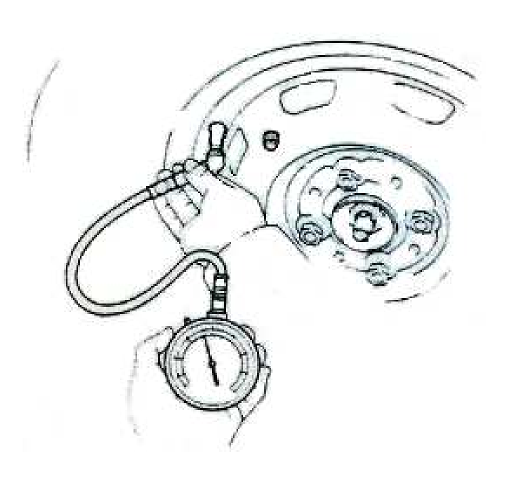


Figure 47

3. Rétablir la pression de gonflage (fig.48).

- Si la pression de gonflage est trop élevée éliminer un peu d'air en appuyant sur le pointeau de la valve.
- Si la pression de gonflage est insuffisante, gonfler le pneu à l'air comprimé.

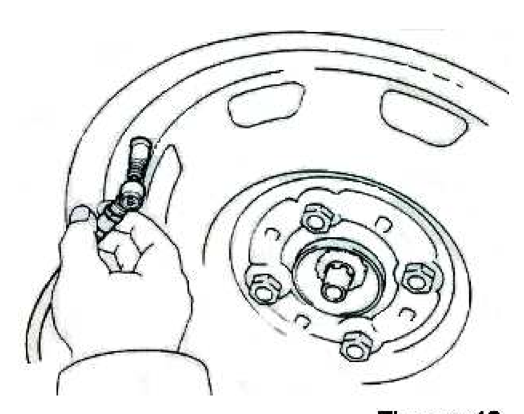


Figure 48

4. Contrôler l'étanchéité de la valve

Pour vérifier l'étanchéité de la valve, l'enduire d'eau savonneuse. Si de bulles d'air apparaissent, intervenir comme suit :

- Appuyer sur le pointeau pour le placer sur son siège.
- Resserrer la valve à l'aide d'une clé.

Remarque : Si les mesures mentionnées n'interrompent pas la fuite d'air, remplacer le pointeau de la valve.

5. Remettre en place le capuchon de la valve afin d'éviter le risque de dégonflage ou de pénétration d'eau et des impuretés dans la valve.

Remarque : La valve du pneu est en fait un clapet unidirectionnel qui ne permet pas le passage d'air que dans un sens, vers l'intérieur du pneu. Pour régler la pression de gonflage, il suffit d'appuyer sur le pointeau pour éliminer l'air (fig. 49).

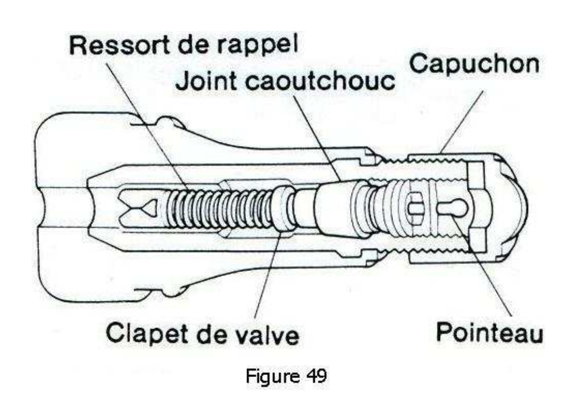


Figure 49

II.18.3 MAUVAIS ALIGNEMENT DES ROUES

Le carrossage et le pincement sont deux angles de la géométrie des roues d'un véhicule automobile qui peuvent entraîner l'usure anormale des pneus, s'ils ne sont pas réglés correctement.

II.18.3.1 CARROSSAGE

Le carrossage signifie l'inclinaison de l'axe de roue vers l'extérieur (carrossage positif) ou vers l'intérieur (carrossage négatif) par rapport à la verticale (fig.50).

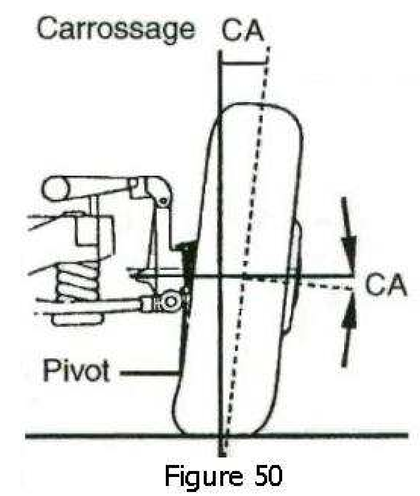


Figure 50

- Un angle de carrossage trop positif provoque l'usure anormale de l'extérieure de la bande de roulement (fig.51).

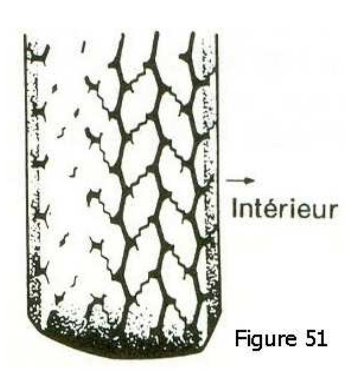
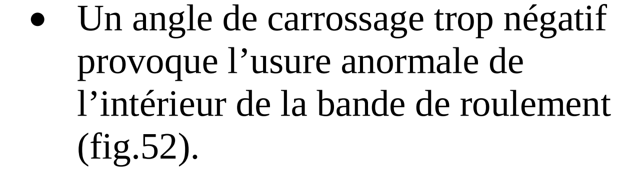


Figure 51



- Un angle de carrossage trop négatif provoque l'usure anormale de l'intérieur de la bande de roulement (fig.52).

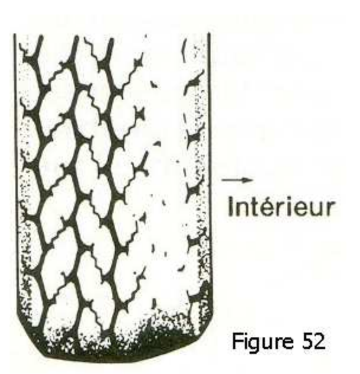


Figure 52

II.18.3.2 PARALLELISME

Correspond à la différence de la distance mesurée entre l'avant et l'arrière des roues (fig.53).
De tous les angles de la géométrie des roues, le parallélisme est considéré comme qui provoque l'usure la plus accentuée des pneus.

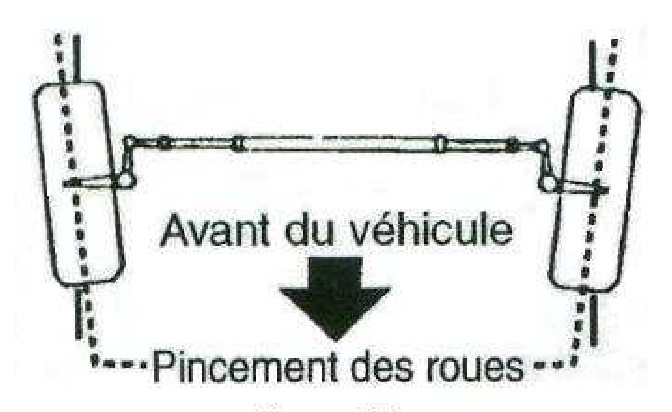


Figure 53

L'usure spécifique se présente sous forme de stries biseautées sur la bande de roulement.

La figure 54 illustre l'orientation des stries dans le cas de l'usure due à la fermeture (pincement), tandis que la figure 55 montre l'orientation des stries dans le cas de l'usure due à l'ouverture (divergence).

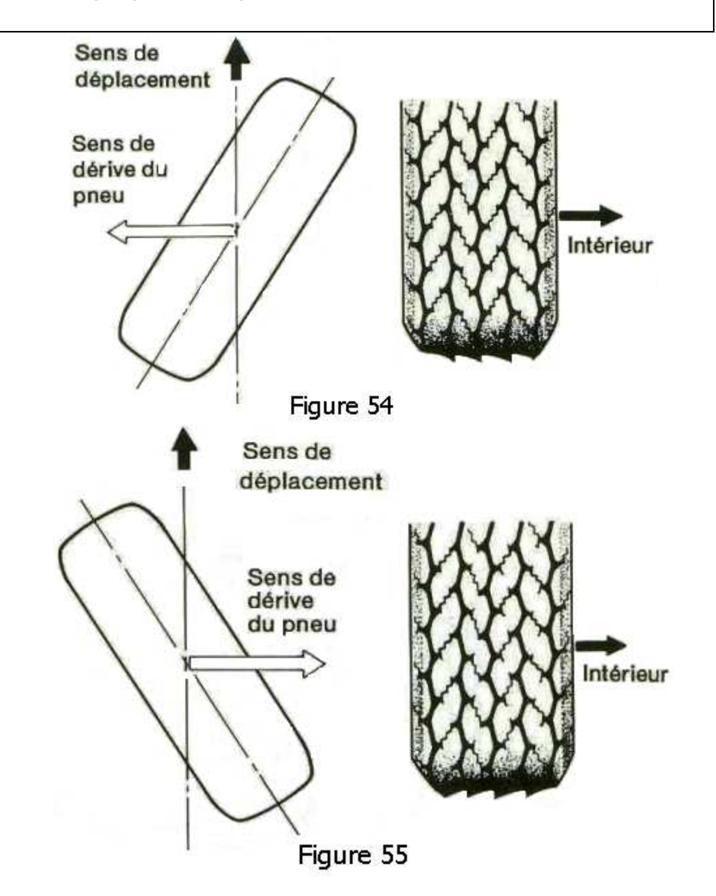


Figure 54

Figure 55



II.18.4 EQUILIBRAGE DES ROUES

Le mauvais équilibrage des roues est décelé lors du déplacement du véhicule par l'apparition de vibrations continues dans les éléments de la direction.
L'usure anormale du pneu provoquée par un mauvais équilibrage de la roue est représentée dans la figure 56.

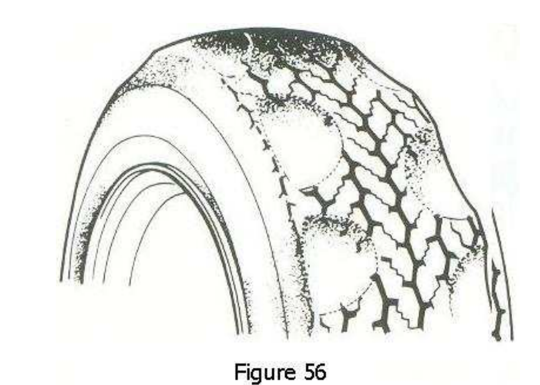


Figure 56

II.18.5 INDICATEUR D'USURE DES PNEUS

De nombreux fabricants prévoient sur leurs pneus des indicateurs ou témoins d'usure.
Ce sont de bossages disposés à l'intérieur des rainures principales de la bande de roulement qui permettent de signaler de façon visuelle que les rainures du pneu n'ont plus une profondeur conforme.
Ces indicateurs apparaissent sous la forme d'un pont qui coupe le profil du pneu lorsque celui – ci est encore profond de 1,6 millimètres (figures 57 et 58).

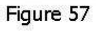


Figure 57

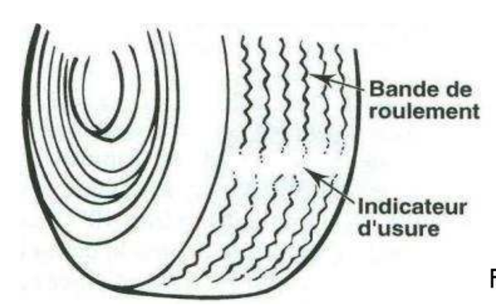


Figure 58

II.19 CONTROLER L'USURE DES PNEUS

Marche à suivre :

1. Vérifier si l'indicateur ou témoin d'usure apparaisse.
2. Mesurer à l'aide d'un contrôleur d'usure (fig.59) ou à l'aide d'une jauge de profondeur (fig.60) la profondeur des rainures de la bande de roulement tous les 20 cm environs, sur toute la circonférence du pneu.

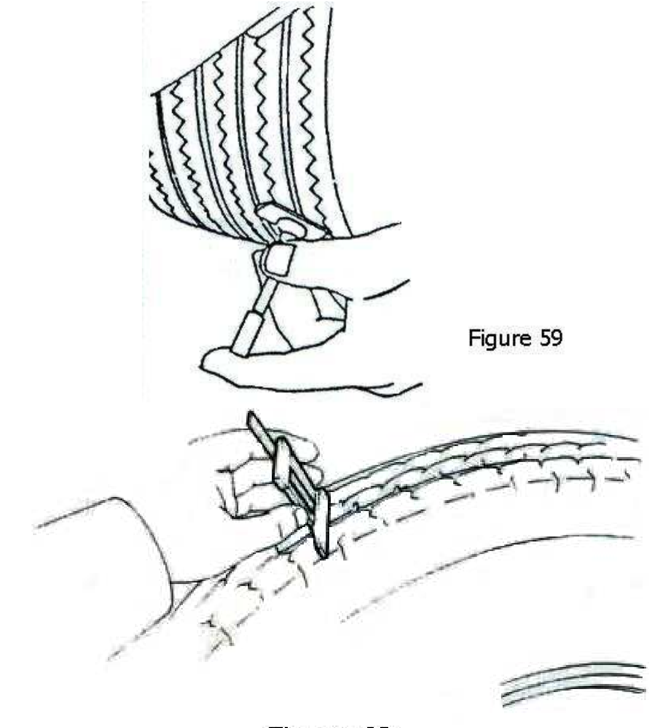


Figure 60

III. DEPOSE ET REPOSE DES ROUES

Marche à suivre :

III.1 EXAMEN VISUEL

- Vérifier l'état des surfaces d'étanchéité des pneus.
- Vérifier toute la zone de la jante pour déceler les entailles et les fentes.
- Vérifier les trous de montage de la roue.

III.2 EXAMEN A L'AIDE DES APPAREILS

III.2.1 OVALISATION

La figure 61 a illustre la façon de contrôle l'ovalisation à l'aide d'un comparateur monté sur support.
a. Placer le galet du comparateur perpendiculairement au centre du pneu.
b. Tourner la roue et faire la lecture de l'ovalisation.
La spécification d'ovalisation totale de la roue est généralement de 1,8 mm.
Si l'ovalisation totale dépasse les spécifications, vérifier l'ovalisation de la jante (fig.61b).L'ovalisation admissible de la jante est environ de 0,8 à 1,15 mm.

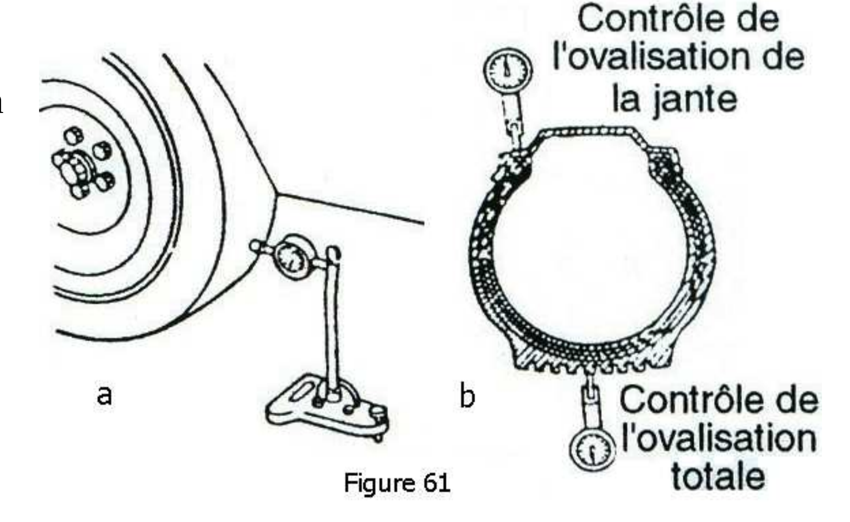


Figure 61

III. 2.2 VOILE

Le voile est mesuré sur la jante de la roue au niveau du flanc de la bande de roulement du pneu (fig.62). Le voile total admissible est environ de 1,8 mm selon le type de véhicule automobile.

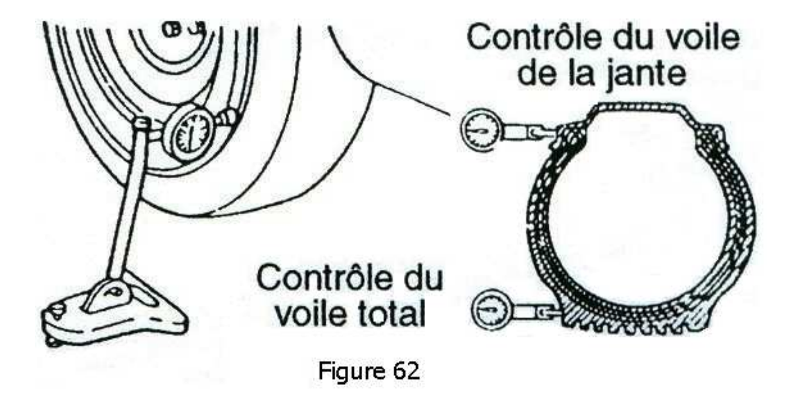
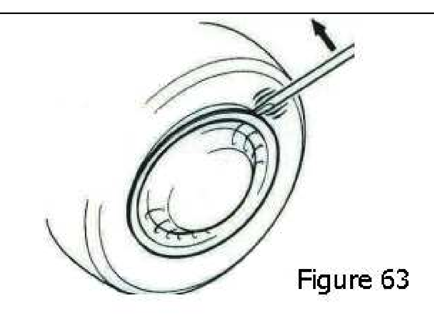


Figure 62

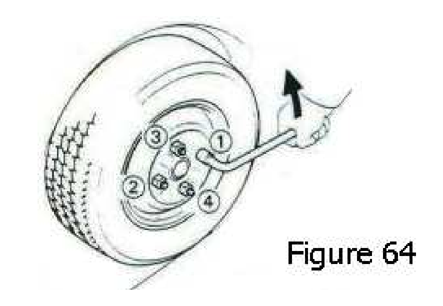
Remarque :
Si l'ovalisation et le voile de la roue dépassent les spécifications admissibles, l'anomalie peut être corrigée en déplaçant la roue de deux goujons sur le moyeu.
Refaire ensuite les contrôles de l'ovalisation et du voile et si les lectures ne seront pas selon les spécifications, il faut remplacer les éléments défectueux.

III.3 DEPOSE D'UNE ROUE


Figure 63

Marche à suivre :

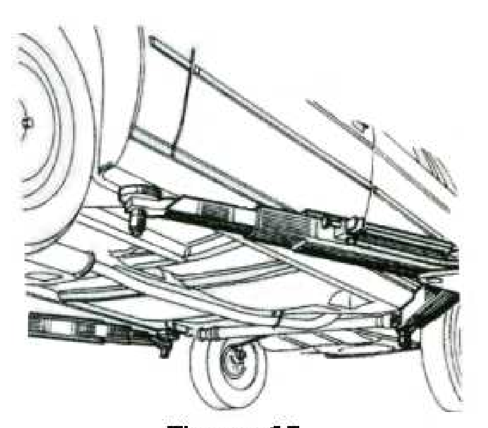
- Retirer l'enjoliveur à l'aide d'un levier (fig.63) et la dépose sur le sol avec la partie chromée ou peinte vers le haut afin de ne pas l'endommager.
- Desserrer les écrous de la roue à l'aide d'une clé appropriée, en respectant l'ordre de desserrage (fig.64).
- Remarquer la position de l'écrou antivol.


Figure 64



- Lever le véhicule d'une façon sécuritaire (fig.65).
- Enlever les écrous de la roue et retirer la roue.
- Nettoyer le moyeu de la roue et la partie intérieure de la roue à l'aide d'une brosse métallique, afin d'éliminer les traces d'oxydation.

Remarque : Pour nettoyer les roues en aluminium, utiliser un chiffon imbibé de détergent neutre et non une brosse métallique.


Figure 65

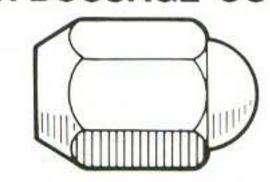


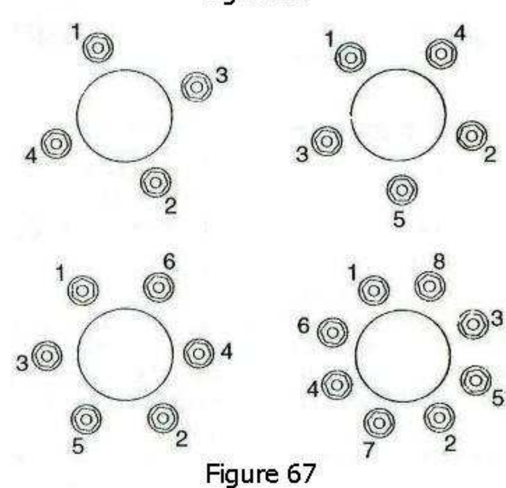
III.4 MISE EN PLACE DE LA ROUE

Marche à suivre :

- Poser la roue sur le moyeu.
- Reposer l'écrou antivol au même endroit de la jante parce que certains de ces écrous sont plus lourds que les écrous ordinaires.
- Visser les écrous à la main, la partie conique dirigée vers la roue (fig.66).
- Serrer uniformément les écrous à l'aide d'une clé appropriée, en respectant l'ordre de serrage selon le nombre des écrous (fig.67).

POUR BOSSAGE CONIQUE


Figure 66


Figure 67

- Descendre le véhicule sur le sol et serrer les écrous définitivement à l'aide d'une clé dynamométrique au couple recommandé par le fabricant (fig.68).
- Engager la découpe de l'enjoliveur sur la valve et ensuite mettre en place l'enjoliveur à l'aide d'une massette en caoutchouc.
- Vérifier la pression de gonflage des pneus.

Figure 68

Remarques :

a. Il existe des écrous pour les roues en acier et des écrous spéciaux pour les roues en aluminium (fig.69).Ne pas utiliser des écrous de type inapproprié.
b. Ne jamais graisser ou huiler les filets des écrous ou des vis des roues afin d'éviter leur desserrage.

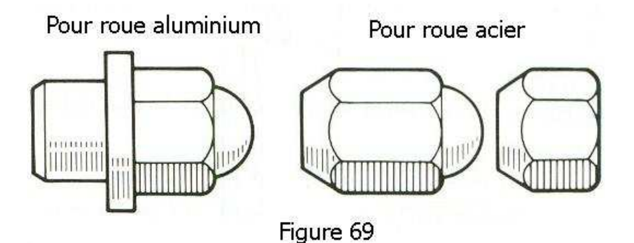


Figure 69

III. DEPOSE ET POSE D'UN PNEU TUBELESS

IV.1 OUTILLAGES NECESSAIRES

- Démonte – monte pneu avec tige centrale (fig.70).

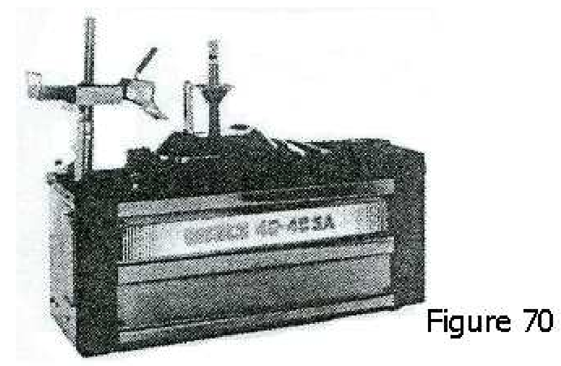


Figure 70

- Démonte – monte pneu à plateau (fig.71).



Figure 71

- Démonte – monte pneu à montage style ''tulipe'' (fig.72).

IV.2 MARCHE A SUIVRE

- Enlever les masselottes d'équilibrage et les placer dans un bac.
- Retirer le bouchon de la valve du pneu (fig.73).
- Placer la roue sur le support du démonte –monte pneu, le côté plus étroit de la jante étant orienté vers haut (fig.74).

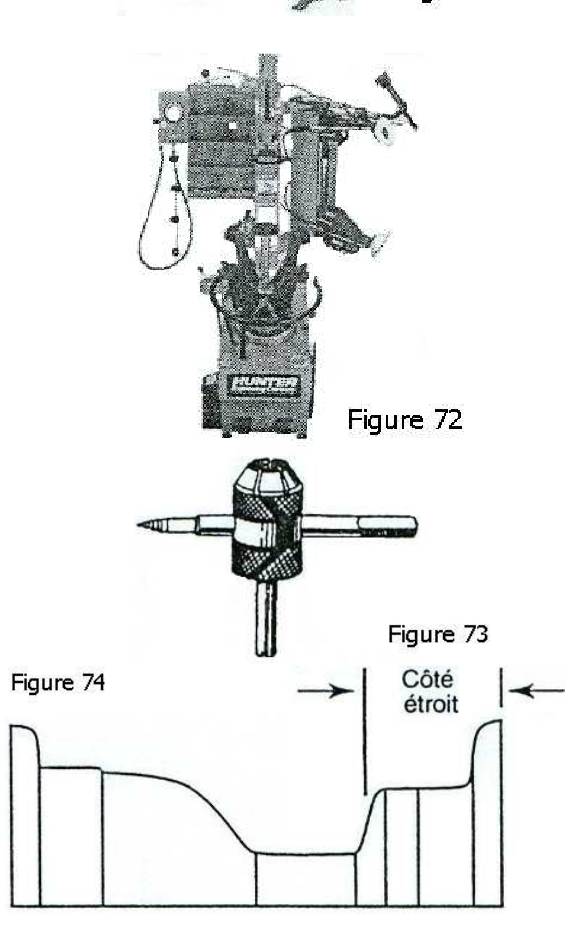


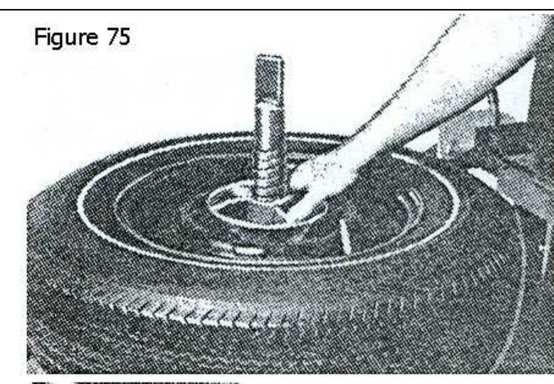
Figure 72

Figure 73

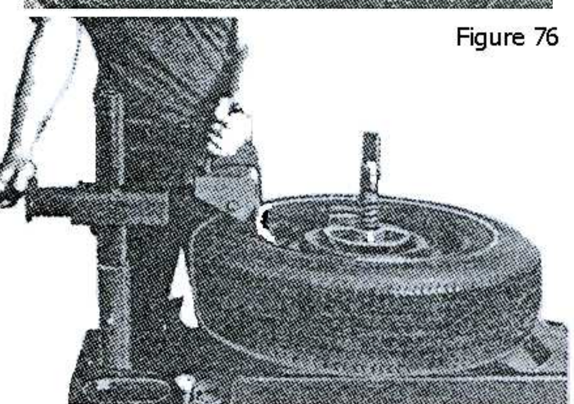
Figure 74

Remarque :
Sur le démonte – monte pneu, il y a une pointe pour empêcher le pneu de tourner lors du démontage.
Il faut placer cette pointe dans le trou d'un boulon de la jante le plus près de la valve.

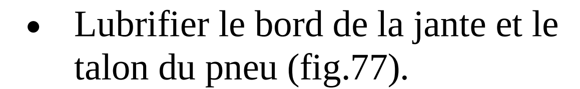
- Visser le cône de blocage, la partie conique tournée vers le bas (fig.75).

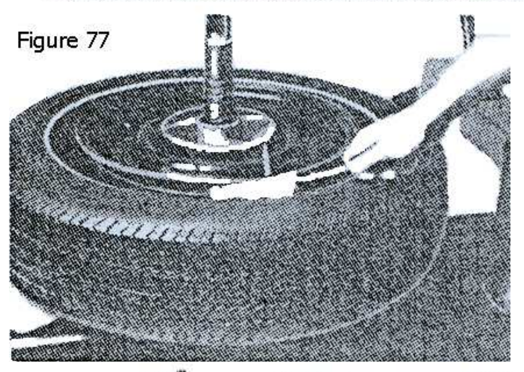

Figure 75

- Placer le sabot supérieur du démonte – monte pneu sur le pneu près possible de la jante (fig.76) et appuyer sur la pédale avec le pied jusqu'à ce que les deux bourrelets du pneu soient complètement décollés.

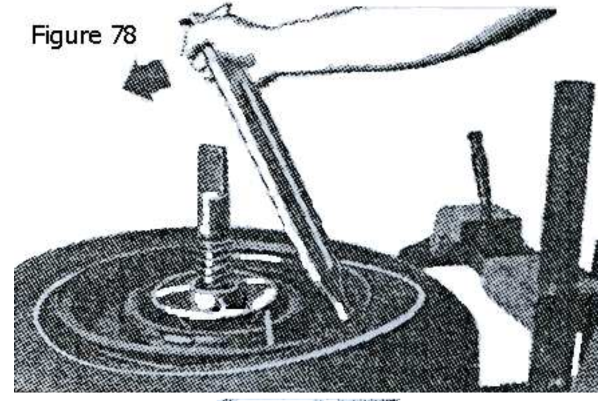

Figure 76

- Lubrifier le bord de la jante et le talon du pneu (fig.77).

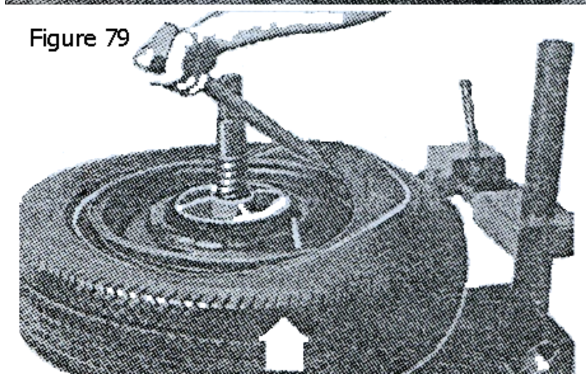



Figure 77

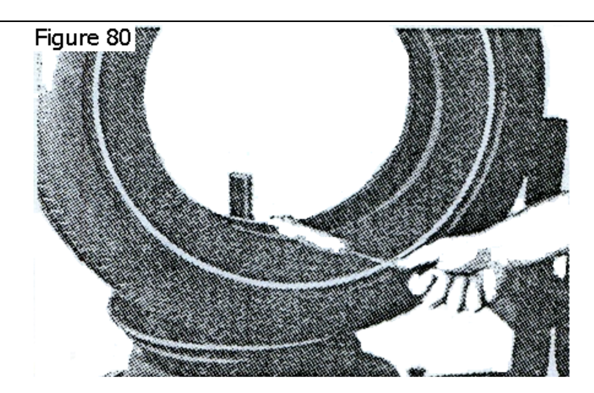
- Faire descendre une partie du talon du pneu dans la gorge de la jante et à l'opposé insérer un levier entre le talon et la jante (fig.78).


Figure 78

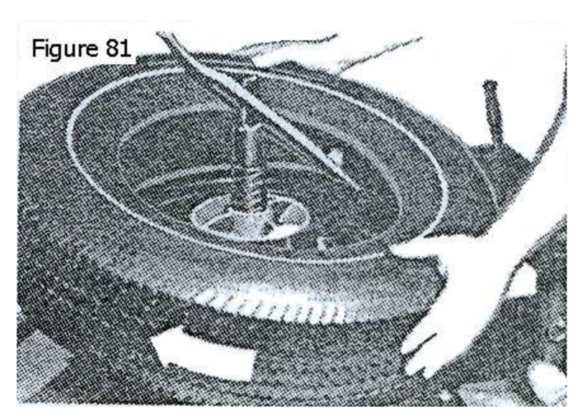
- Placer la barre comme illustre la figure 79 et appuyer sur la pédale avec le pied. Le mouvement de rotation fera sortir le pneu de la jante.
- Vérifier l'état des surfaces d'étanchéité de la jante et les nettoyer.


Figure 79

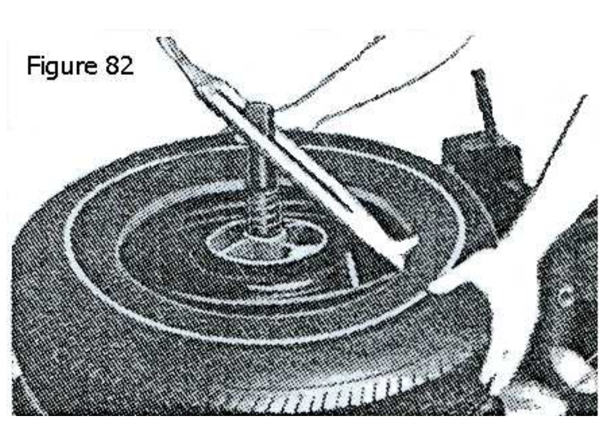
- Lubrifier les talons du pneu et les bords de la jante (fig.80).


Figure 80

- Placer le pneu sur la jante et à l'aide d'un levier, faire entrer le talon inférieur du pneu dans la jante (fig.81).


Figure 81

- Insérer le levier entre le talon supérieur du pneu et la jante et le faire entrer dans la jante (fig.82).


Figure 82

- Gonfler le pneu et poser le bouchon de la valve.
- Vérifier les fuites.

V. PERMUTATION DES ROUES

V.1 GENERALITES

Les pneus d'un véhicule automobile s'usent différemment en fonction de leurs emplacements, par exemple, avant, arrière, gauche ou droit.
On a constaté que les pneus avant s'usent de 10% à 20% plus vite que les pneus arrière.
Les raisons de cette usure sont les suivantes :

- Sur la plupart des véhicules, l'essentiel de la charge est supporté par les roues avant.
- Dans les virages, la roue extérieure avant supporte des charges plus importantes.
- Les roues avant présentent les angles de carrossage et pincement dont les mauvais réglages peuvent provoquer l'usure anormale des pneus.

V.2 ROLES DE LA PERMUTATION

- Uniformiser l'usure de tous les pneus.
- Augmenter d'environ 20% la durée de vie des pneus.

V.3 PERMUTATION DES ROUES À PNEUS A CARCASSE DIAGONALE

Ces roues peuvent être permutées en diagonale (fig.83).

V.4 PERMUTATION DES ROUES À PNEUS A CARCASSE RADIALE

Dans ce cas, on peut permuter les roues avant et arrière d'un même côté du véhicule automobile sans les modifier le sens de rotation (fig.84).

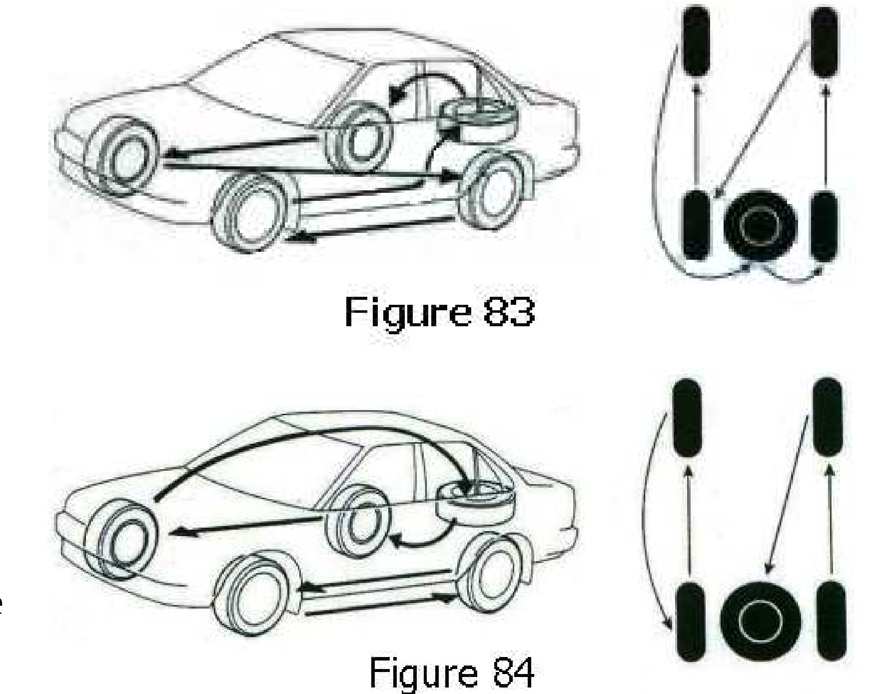

Figure 83

Figure 84

Remarques :

a. Etant donné que les pressions de gonflage des roues avant et arrière sont différentes, il faut les régler après la permutation.

b. Si les pneus comportent une flèche correspondant au sens de rotation, des roues, il faut vérifier après la permutation que les pneus tournent dans le sens indiqué par la flèche (fig.85).

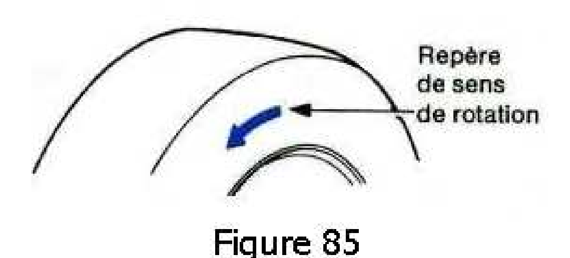


Figure 85

VI. GEOMETRIE DU VEHICULE AUTOMOBILE

VI.1 DEFINITION

La géométrie d'un véhicule automobile signifie l'alignement en parallèle des lignes médianes des quatre roues.

VI.2 LIGNES DE REFERENCE DE LA GEOMETRIE DU VEHICULE

La géométrie du véhicule est caractérisée par les lignes de référence suivantes :

- **La ligne du centre géométrique** représentant la médiane du rectangle formé par les quatre roues (fig.86 a).
- **La ligne centrale du véhicule** qui correspond à un trait qui sépare longitudinalement le véhicule en deux parties égales (fig. 86 b)

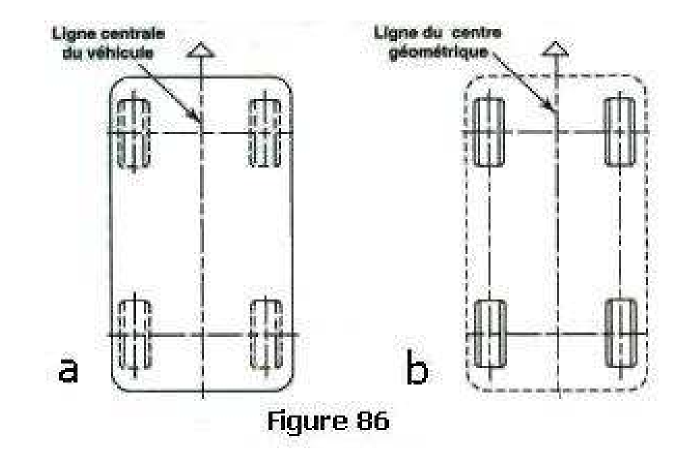


Figure 86

Remarque :

Aussi longtemps que ces deux lignes se confondent, l'utilisation de la ligne géométrique comme ligne de référence pour le contrôle de la géométrie donne des résultats bien satisfaisants.

Cependant, certaines contraintes ou des déformations du châssis rendent possible leur séparation.

La figure 87 a montre un essieu arrière déporté latéralement et la figure 87 b montre un essieu arrière ayant subi un déplacement angulaire.

Dans ces cas, utiliser seulement la ligne centrale comme référence pour la correction de la géométrie du véhicule provoque un comportement routier incorrect.

Les roues arrière suivront la direction de la ligne de posée qui n'est pas parallèle à la ligne centrale. Ce comportement est identifié par le terme **''roues arrière dirigeantes''**.

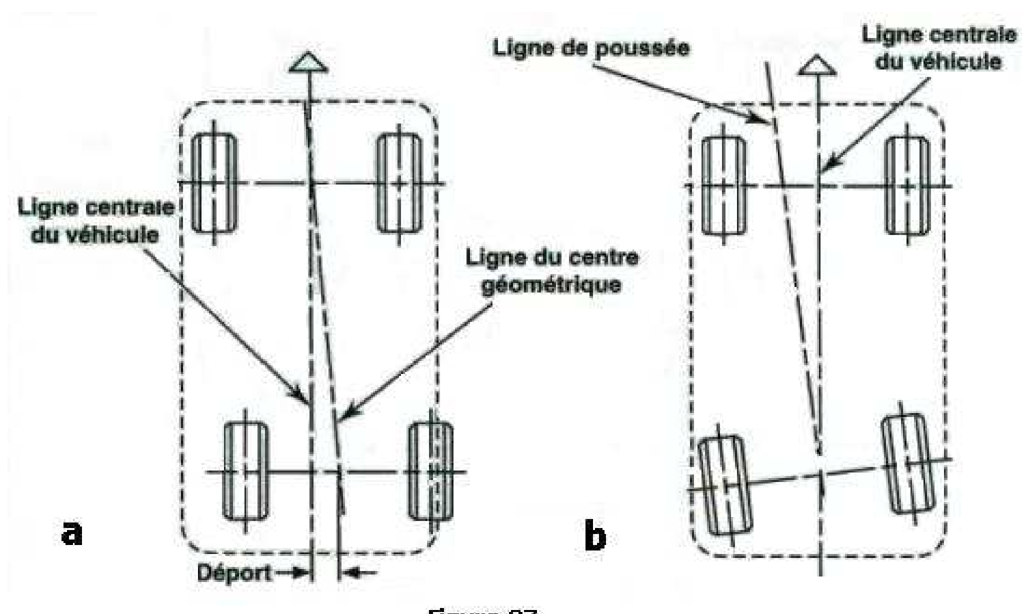


Figure 87

Afin de réaliser le déplacement en ligne droite, le conducteur devra corriger la direction en tournant le volant de direction.
Le véhicule automobile adoptera alors une position légèrement oblique sur un tracé rectiligne et l'usure des pneus sera accélérée.

- **Ligne de poussée**

C'est la ligne imaginaire perpendiculaire au centre de l'essieu arrière.
Une ligne de poussée mal positionnée affecte la tenue de route et risque de provoquer l'usure accélérée des pneus (fig.88).
L'utilisation de la ligne de poussée comme repère pour la correction de la géométrie du véhicule automobile remède en partie les anomalies produites par les roues dirigeantes.

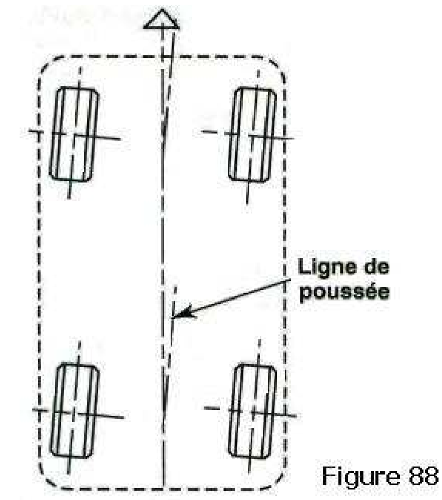
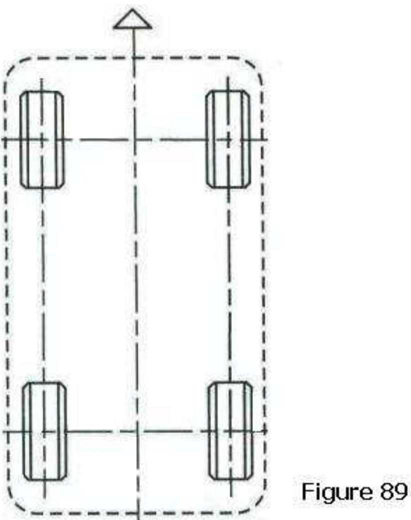


Figure 88

VI.3 VEHICULE AUTOMOBILE ''RECTANGULAIRE'' (fig.89)

C'est le véhicule qui respecte les conditions suivantes :

- Les roues de chaque des essieux doivent être parallèles et à distance égale de la ligne centrale du véhicule.
- Chacun des essieux doit être perpendiculaire à la ligne centrale du véhicule.


Figure 89

VI.4 CORRECTION DE LA GEOMETRIE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE

L'utilisation soit de la ligne centrale du véhicule automobile soit de la ligne de poussée comme base de référence afin de pour réaliser la correction de la géométrie du véhicule n'est pas toujours la solution satisfaisante.
Seule la correction de la géométrie sur les quatre roues assure la superposition des lignes centrale, du centre géométrique et de poussée.
La plupart des véhicules actuels possèdent des dispositifs intégrés permettant de corriger si nécessaire, la position des quatre roues.

VI.5 PARALLELISME

VI.5.1 GENERALITES

Lorsque le véhicule automobile roule sur une route plane et uniforme, les deux roues d'un même essieu doivent être parallèles et les deux essieux alignés.
Le parallélisme est parfait lorsque la distance **A** est égale à la distance **B** (fig.90a) ou lorsque les lignes médianes des quatre roues sont parallèles (fig.90b).

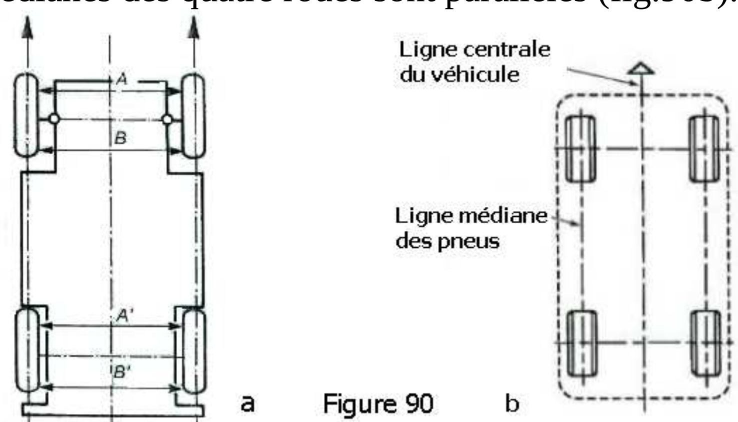


Figure 90

VI.5.2 DEFINITION

Le parallélisme signifie l'angle formé, vue de dessus,par les plans des roues d'un même essieu et l'axe longitudinal du véhicule,ou la différence d'écartement entre l'avant et l'arrière des roues d'un même essieu mesurée à hauteur du centre des roues.

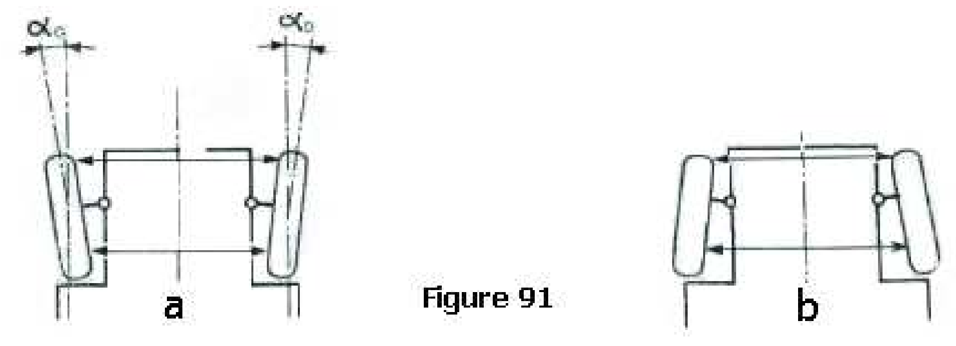


Figure 91

Si les plans des roues convergent vers l'avant, il y a pincement, si les plans des roues divergent, il y a ouverture (fig.92).
Remarque : Le parallélisme est l'angle de la géométrie des roues qui peut influencer le plus directement le comportement du véhicule et l'usure des pneus.

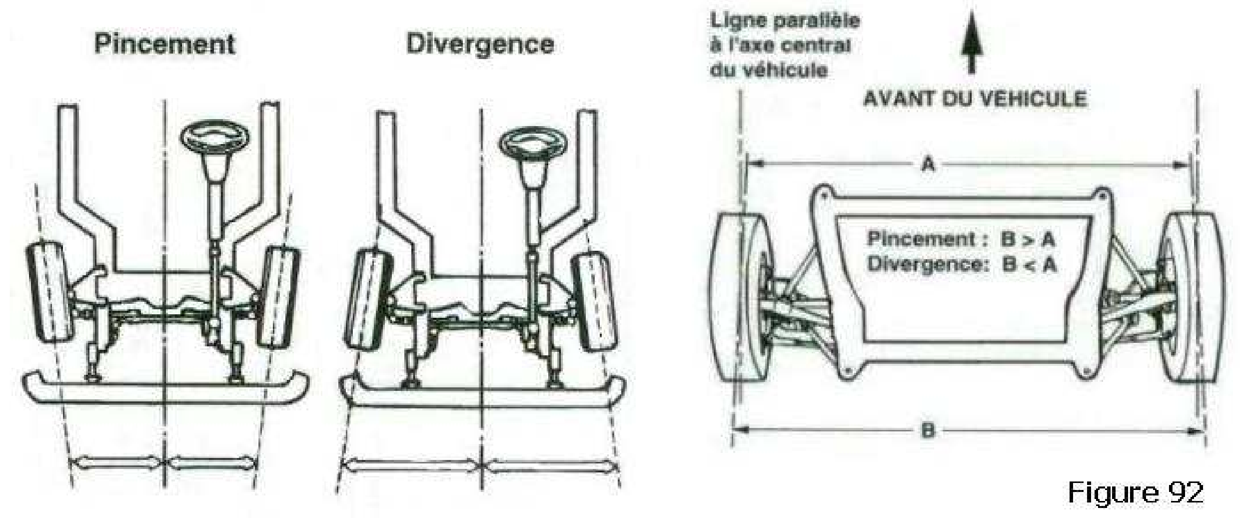


Figure 92

VI.5.3 ROLES

- Compenser les déformations élastiques intervenant au niveau des articulations de la suspension (silentblocs).
- Permettre à réaliser les variations géométriques soumises par les systèmes de suspension et direction du véhicule automobile lors du déplacement.

VI.5.4 PINCEMENT

Le pincement signifie la convergence des roues du même essieu vers l'avant du véhicule **A** > **B** (fig.93).

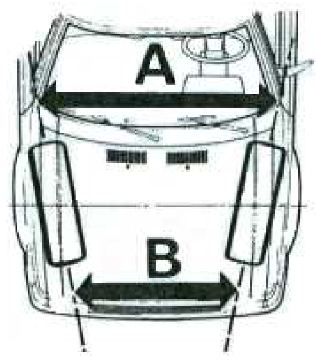


Figure 93

Il est la différence entre la distance mesurée à l'avant et à l'arrière de deux roues d'un même essieu (fig.94).

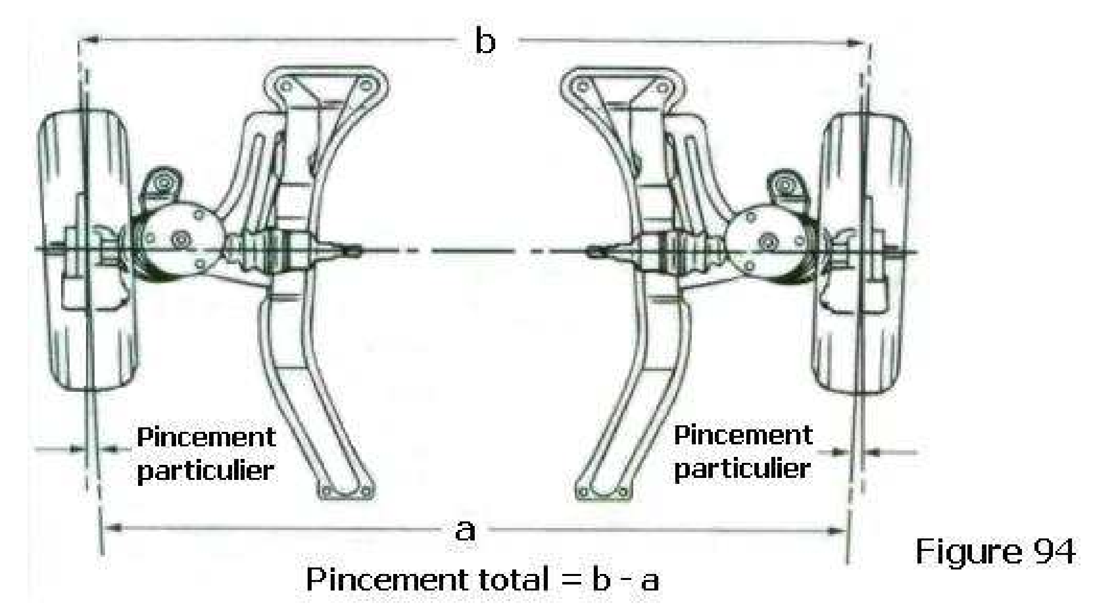


Figure 94

Le pincement a le rôle de compenser la tendance d'ouverture des roues du fait du carrossage positif (les roues sont inclinées vers l'extérieur) lors du déplacement du véhicule automobile (fig.95).

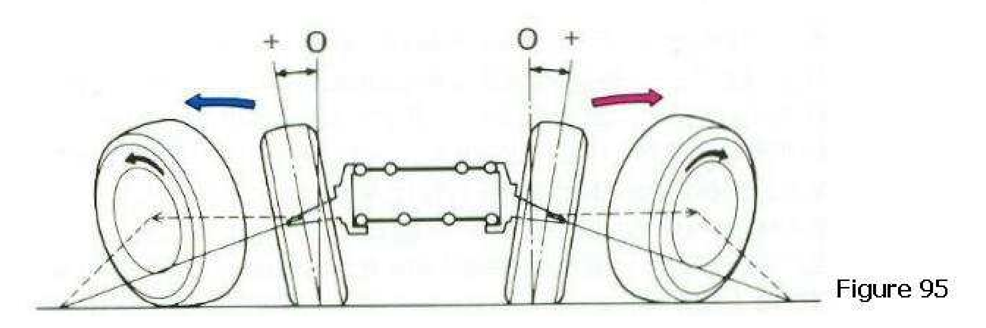
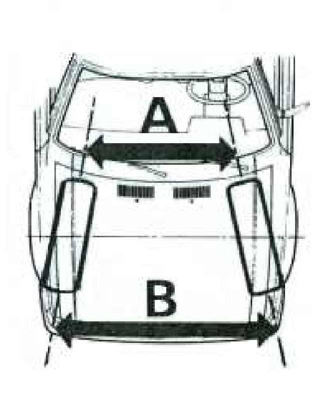


Figure 95

VI.5.5 OUVERTURE OU DIVERGENCE

L'ouverture signifie la convergence des roues du même essieu vers l'arrière du véhicule **A > B (**fig.96).

Remarque : Pour compenser le jeu des pièces élastiques des organes de liaison aux roues, on fera converger par pincement les roues avant dans le cas d'une transmission à propulsion et on les fera diverger dans le cas d'une transmission à traction par l'ouverture.



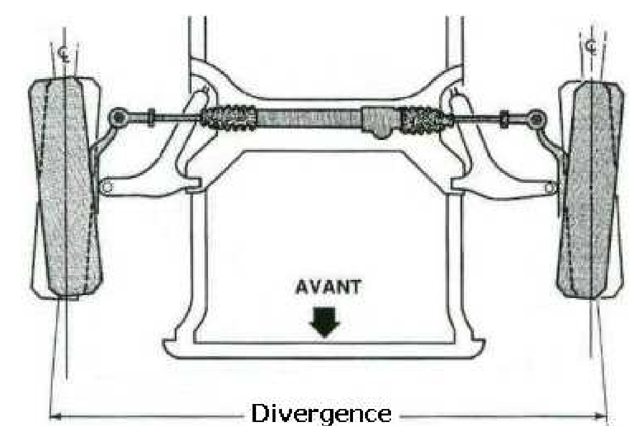


Figure 96

VI.5.6 UNITES DE MESURE DU PARALLELISME

L'unité de mesure pour le parallélisme est exprimée en unité de longueur ou en degré. Habituellement, les spécifications du fabricant donnent l'écart total ou particulier à chacune des roues.

La valeur du pincement est de 0 à 5 mm pour les véhicules de tourisme et de 8 à 10 mm pour les poids lourds et les autocars.

VI.5.7 VARIATION DU PARALLELISME

Les biellettes de direction sont solidaires par une extrémité à la crémaillère de direction et par autre extrémité sont solidaires du train roulant (fig.97).

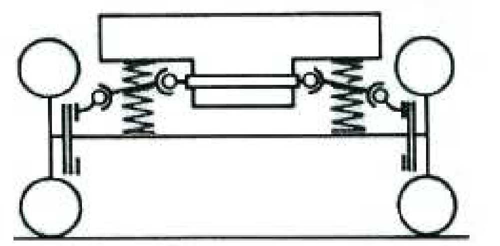


Figure 97

Lors des débattements de la suspension, les positions des biellettes varie, entraînant des variations de parallélisme, comme suit :

- Dans le cas où les éléments de direction sont placés en arrière de l'essieu, le parallélisme varie dans sens du pincement lors des compressions des ressorts de la suspension (fig.98).

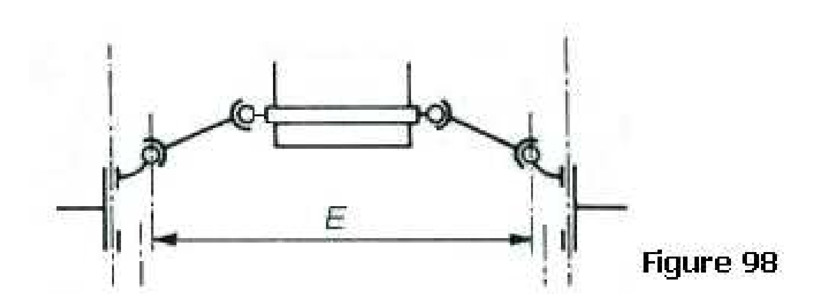


Figure 98

- Lorsque les éléments de direction sont placés en avant de l'essieu , les variations du parallélisme seront produites dans le sens d'ouverture (fig.99).

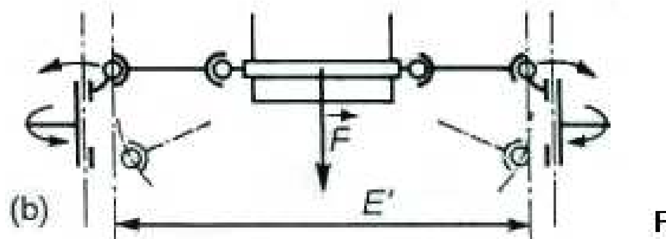


Figure 99

Remarque : Le parallélisme varie avec l'assiette du véhicule et pour diminuer les effets de sa variation, il est nécessaire de caler la crémaillère de manière que, quelle que soit sa hauteur par rapport au sol, la variation sera plus faible possible (fig.100).

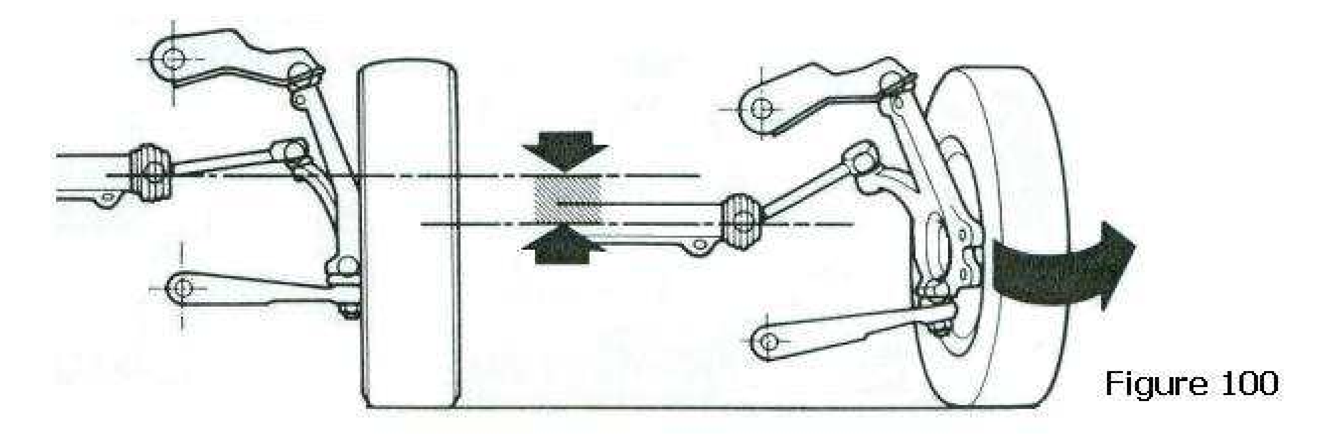


Figure 100

VI.5.8 CONTROLE DU PARALLELISME

Le contrôle du parallélisme est effectué à l'aide :

- Barre à piges.
- Appareil optique Muller Bem et barres à réglettes graduées.
- Banc de réglage.

Remarque : Il existe sur le marché des appareils qui donnent de façon directe l'état du parallélisme, appelés **ripomètres**, surtout utilisés dans les postes de contrôle routier. Ils fournissent des informations rapidement, mais ils ne sont pas des outils de correction du parallélisme.

VI.5.9 MOYENS DE REGLAGE LE PARALLELISME

Tous les véhicules automobiles possèdent des dispositifs de réglage du parallélisme incorporés aux éléments de la direction. Ces dispositifs sont des manchons et des biellettes filetés (fig.101).

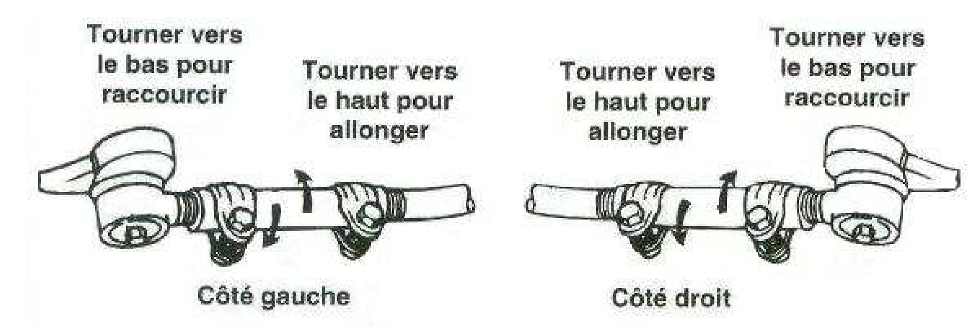


Figure 101

Le réglage du parallélisme pour le système de direction à crémaillère s'effectue par l'entremise d'une biellette filetée et d'un embout. La rotation de la biellette modifie la distance entre les bras de direction et la crémaillère (fig.102).

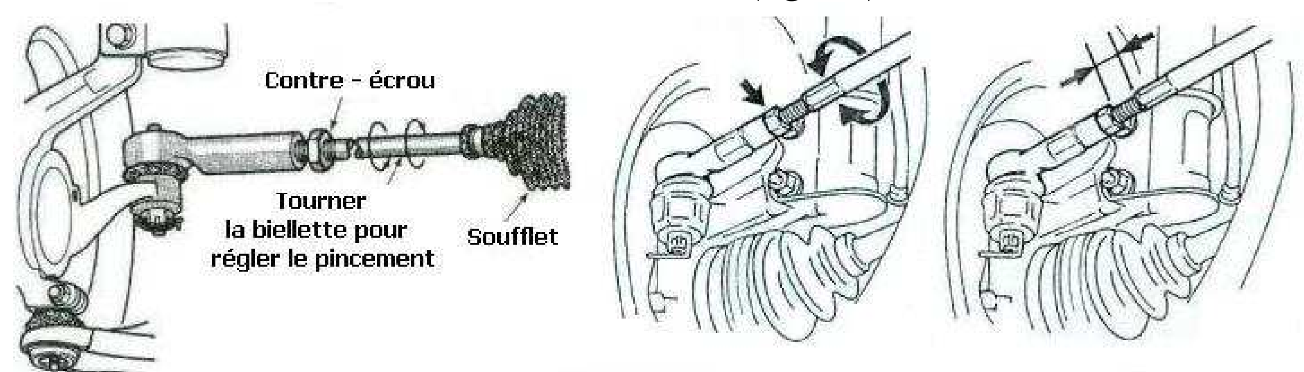


Figure 102

Remarques :

- Lorsque la barre d'accouplement est disposée à l'arrière des pivots des fusées, l'augmentation de la longueur de la barre se traduit par l'augmentation du pincement (fig.103a).

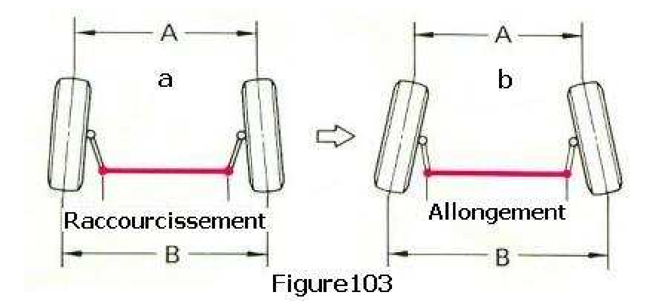


Figure103

- Lorsque la barre de direction est disposée à l'avant des pivots des fusées, l'augmentation de sa longueur se traduit par l'augmentation de l'ouverture (fig.103b).

- Sur les véhicules équipés de barres d'accouplement avec levier relais, le réglage doit s'effectuer par la modification identique de la longueur de la biellette d'accouplement côté droit et de la biellette d'accouplement côté gauche (fig.104).

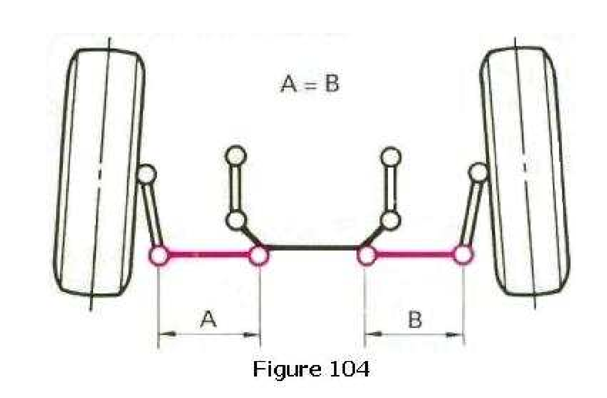
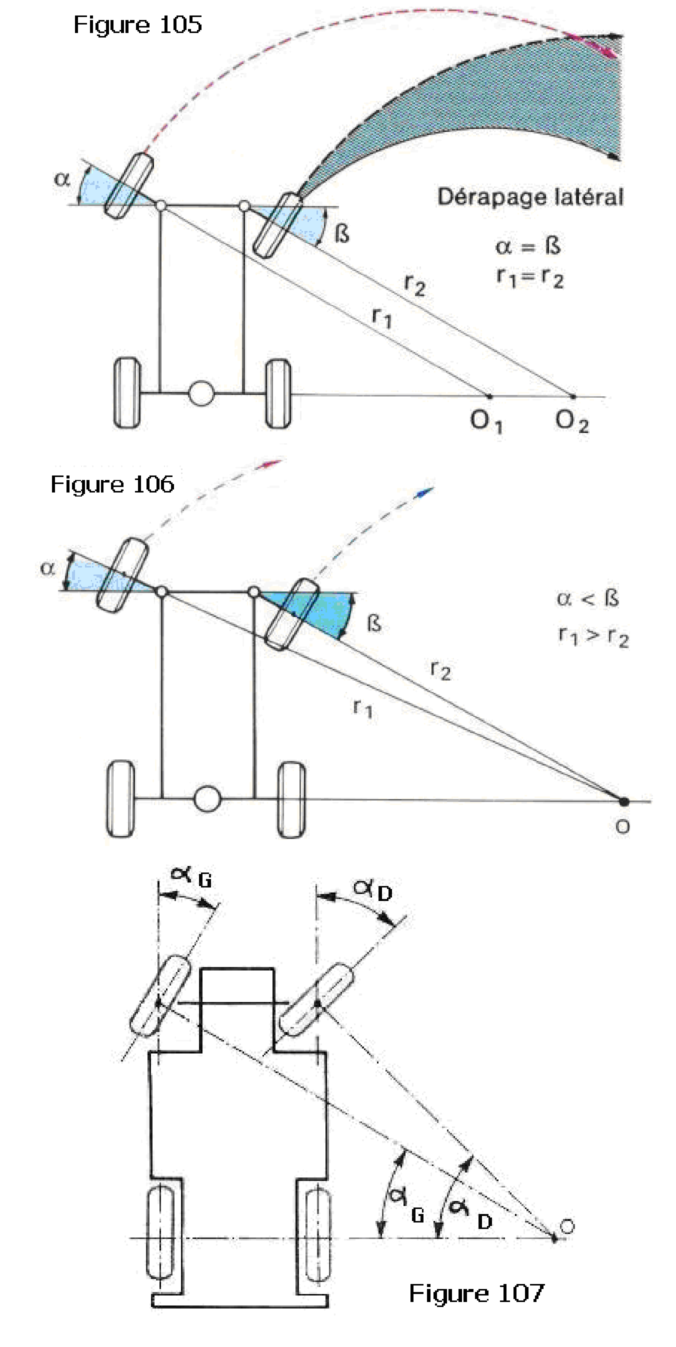


Figure 104

VII RAYON DE BRAQUAGE OU ANGLE DE BRAQUAGE DES ROUES

VII.1 BRAQUAGE DE S ROUES AVEC DES ANGLES DE BRAQUAGE IDENTIQUES

Si les roues côté droit et côté gauche étaient braquées dans un virage suivant des angles de braquage identiques, elles suivraient le même rayon de braquage $r_1 = r_2$, mais chaque roue tournerait alors autour d'un centre différent O_1 et O_2 (fig.105).
Les angles de braquage identiques provoqueraient le dérapage (ripage) des pneus sur la route, d'où l'usure anormale de ceux – ci.



VII.2 BRAQUAGE DES ROUES AVEC DES ANGLES DE BRAQUAGE DIFFERENTS

Pour qu'aucune roue ne ripe dans un virage, il est nécessaire que les quatre roues se déplacent par rapport à un centre de rotation commun O (fig.106).
Les roues arrière ne pouvant être orientées, le centre O devra obligatoirement se situer à l'intersection entre le prolongement de l'axe des roues arrière et les prolongements des axes de fusées des deux roues directrices (fig.106).
Cela signifie que, dans un virage, les roues directrices ne sont pas parallèles, mais braquées avec des angles différents.
Dans ce cas, l'angle de braquage de la roue intérieure au virage est plus important que l'angle de braquage de la roue extérieure au virage.

Ainsi, dans un virage à droite α_G l'angle α_G sera inférieur à l'angle α_D (fig.107).
Dans un virage à gauche, α_G sera supérieur à α_D (fig.108).

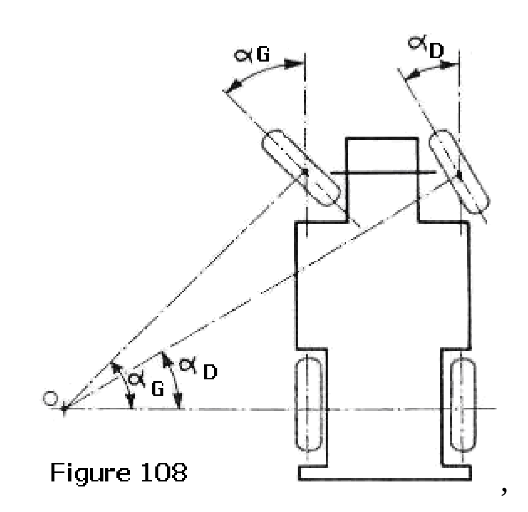
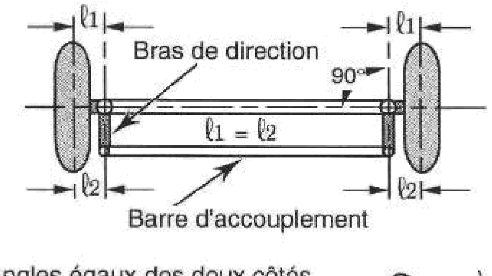


Figure 108

VII.3 L'EPURE DE JEANTAUD



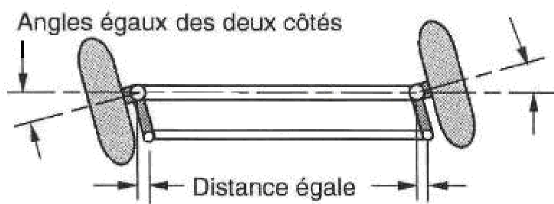
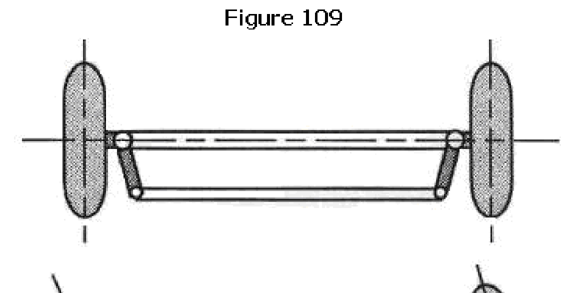
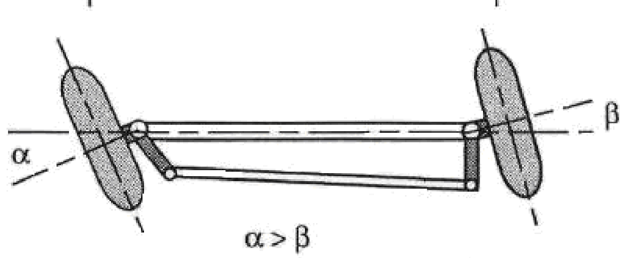


Figure 109

Les angles de braquage différents entre les roues directrices sont obtenus par une disposition particulière des leviers de direction.
Si les leviers ou bras sont disposés parallèlement à l'axe des roues, les angles de braquage seront identiques, car l'ensemble forme un parallélogramme.
Ce comportement provoquera le ripage des pneus (fig.109).
Pour obtenir une différence entre les angles de braquage lors du virage, il faut disposer les leviers de direction de façon à remplacer le parallélogramme par un trapèze dont les côtes sont la barre d'accouplement, les leviers de direction et l'essieu avant (fig.110).
Grâce à cet arrangement, le déplacement latéral du trapèze provoquera une réaction semblable à une dans laquelle on utilise des leviers de direction de longueurs inégales.
Comme la barre d'accouplement ne se déplace plus parallèlement à l'essieu, le mouvement latéral transmis à chaque levier de direction est inégal, permettant des angles de braquage différents (fig.110).





α : Angle de braquage de la roue intérieure
β : Angle de braquage de la roue extérieure

Figure 110

L'épure de Jeantaud est une représentation graphique qui montre que, les prolongements des lignes passant par les pivots et les rotules des leviers de direction doivent être concourants en ligne droite, au centre de l'axe de l'essieu arrière (fig.111).
Remarque :
Dans les virages, les pneus ne suivent pas toujours la trajectoire désirée du fait de la force centrifuge qui provoque la dérive des pneus, et le report de la charge sur la roue avant extérieure et le délestage de la roue intérieure (roulis) qui provoque de variation des angles de braquage. Pour cette raison, les dispositions définies par l'épure de Jeantaud doivent être adaptées à chaque type de véhicule.

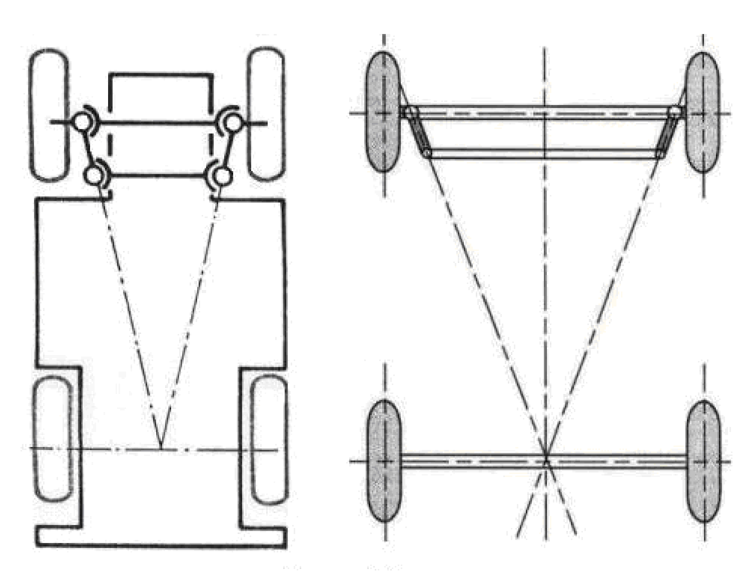


Figure 111

VIII. EMPATTEMENT

C’est la distance ‘’e ‘’ au sol entre l’essieu avant et l’essieu arrière (fig.112).
L’empattement est identique des deux côtes du véhicule automobile si chaque essieu est perpendiculaire à la ligne centrale du véhicule.

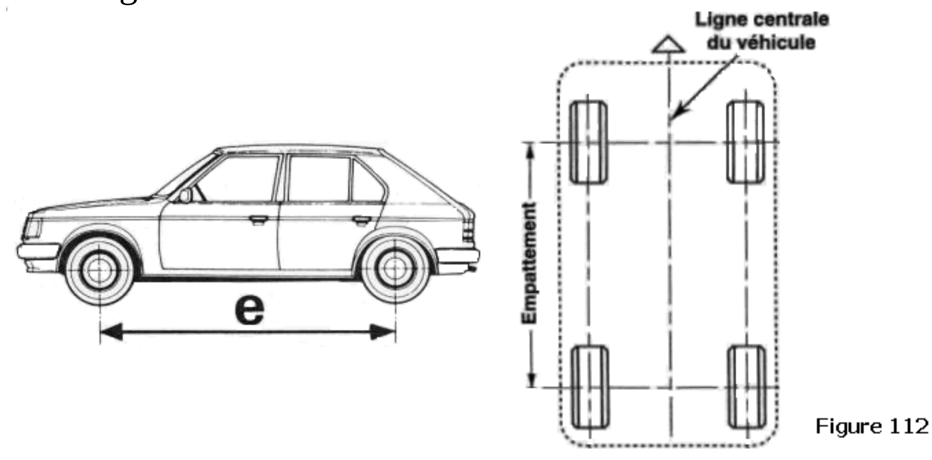


Figure 112

Une différence d’empattement entre les deux côtés d’un même véhicule n’affecte pas le comportement si elle respecte les spécifications du fabricant et que la roue décalée est parallélisme à l’axe centrale du véhicule (fig.113).

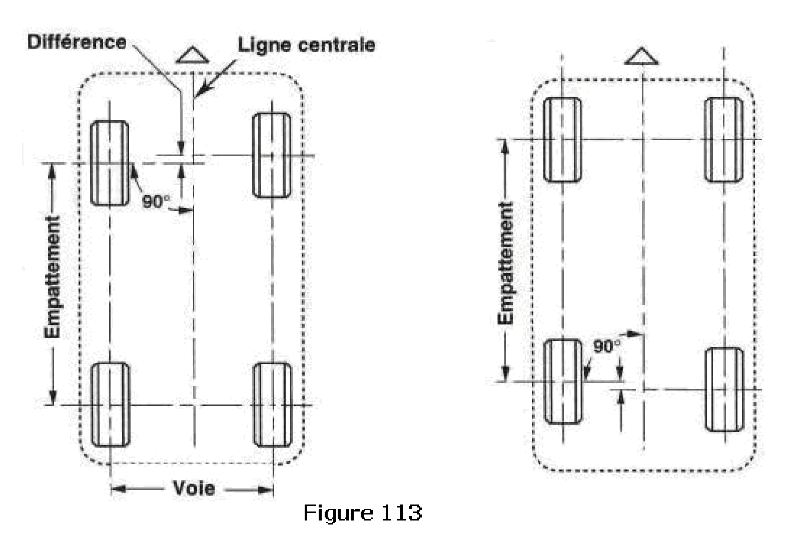


Figure 113

IX. LA VOIE

C’est la distance ‘’ v ‘’ au sol entre les axes des deux roues d’un même essieu (fig.114).

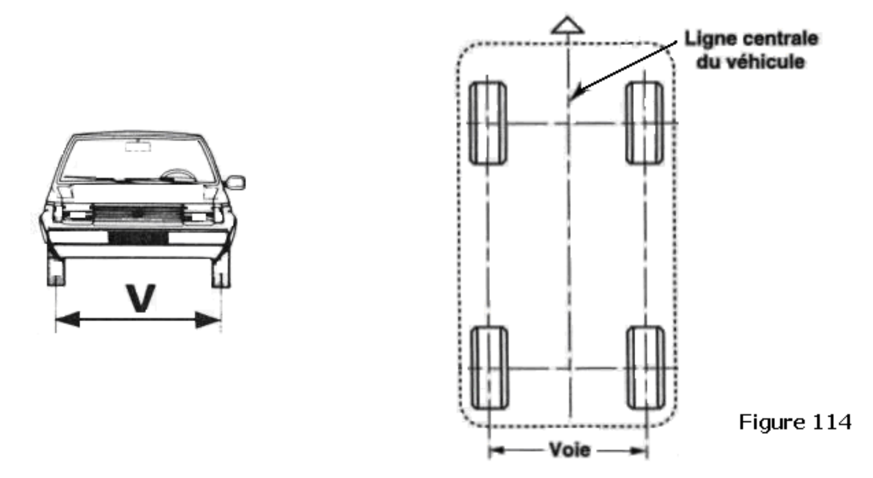


Figure 114

Il y a de véhicules conçus avec une différence entre la voie avant et arrière.
Cette caractéristique n'affecte en rien le parallélisme du véhicule en autant que les axes des essieux sont parallèles et que les écarts conviennent aux spécifications (fig.115).

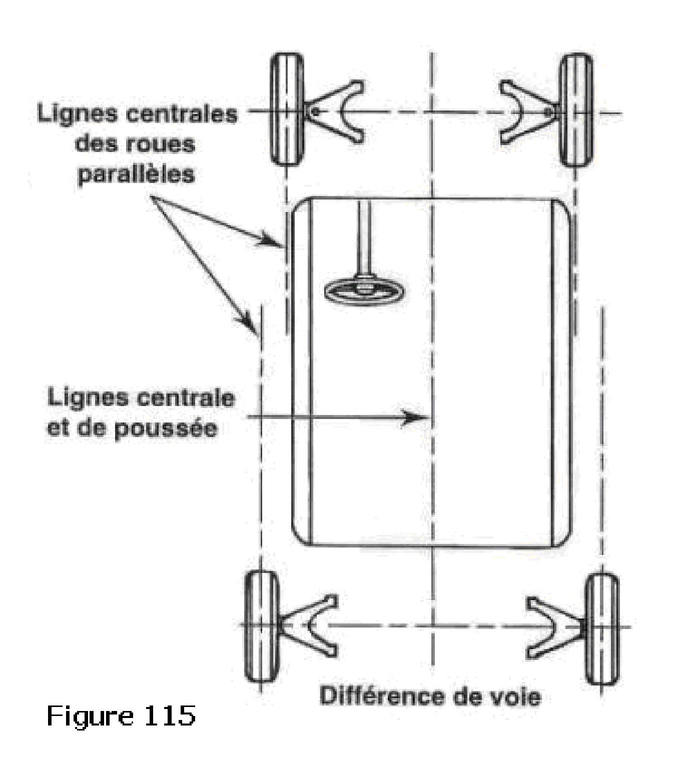
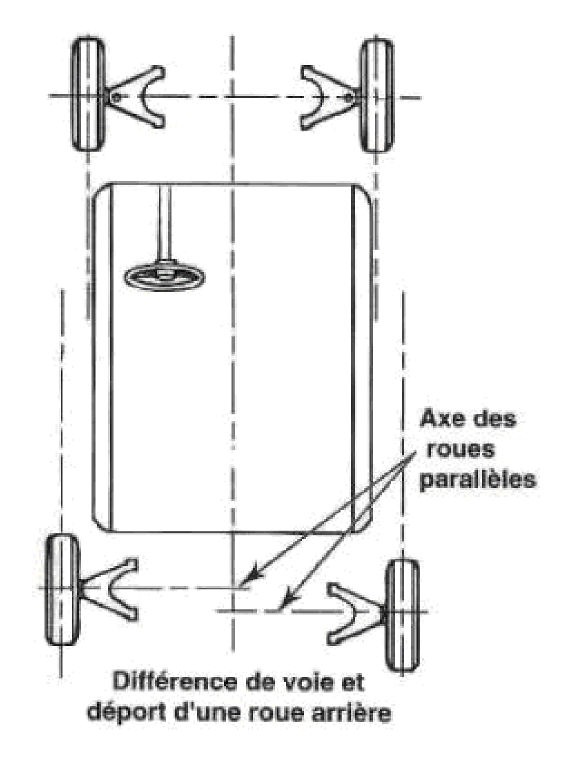


Figure 115



X. EQUILIBRAGE DES ROUES

X.1 NECESSITE

A grande vitesse, une roue complète (jante et pneu) qui présente une mauvaise uniformité de poids ou balourd peut donner naissance à des vibrations susceptibles d'être transmises à la carrosserie par les éléments de la suspension.
Le déséquilibrage d'une roue peut résulter de différents facteurs, comme suit :

- Défaut de centrage.
- Voile de la jante déformée.
- Défaut dans la répartition de la matière du pneu autour de l'axe de rotation.

Le déséquilibrage provoque :

- L'usure anormale des pneus.
- L'usure anormale des roulements des roues.
- La fatigue des organes de suspension.
- Des vibrations nuisibles pour les organes de la direction et pour la carrosserie.
- Une mauvaise tenue de route.

En conséquence, il est nécessaire d'équilibrer les roues afin d'éliminer les usures anormales provoquées par le déséquilibrage des roues.

X.2 TYPES D'EQUILIBRAGE DES ROUES

L'équilibrage des roues implique l'équilibrage complet de l'ensemble de la roue munie de son pneu. Les deux types d'équilibrage utilisés sont les suivants :

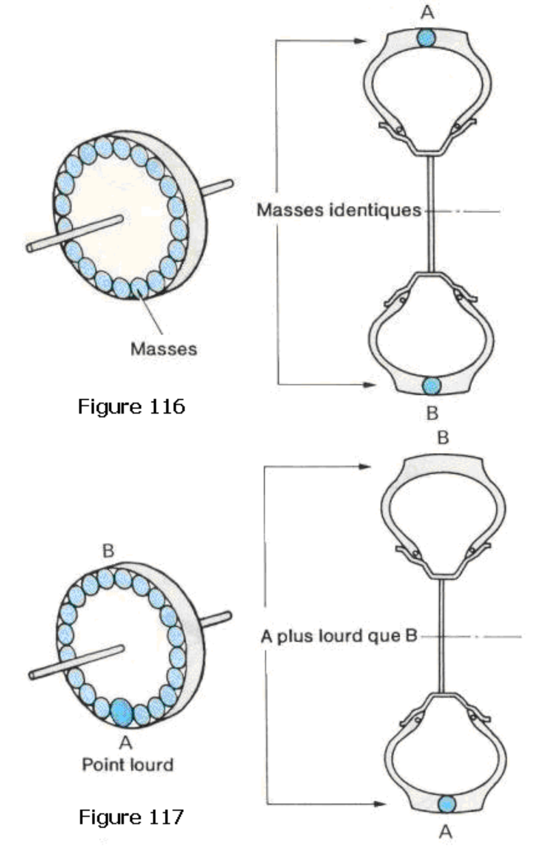
- L'équilibrage statique (roues au repos).
- L'équilibrage dynamique (roues en rotation).

X.2.1 EQUILIBRAGE STATIQUE

Consiste à équilibrer une roue dans le sens radia, en position statique.

- Si le poids d'un pneu est uniformément réparti autour de l'axe de la roue, la roue peut être amenée à l'arrêt en un point quelconque (fig.116).

- Si la roue s'arrêt toujours de telle sorte qu'une partie A soit en position basse, il est évident que cette partie est plus lourde que la partie diamétralement opposée B de la roue.
  On dit dans ce cas que la roue présente un balourd statique (fig.117).



- Lorsqu'une roue qui présente un balourd statique tourne, sous l'effet de la force centrifuge, la partie A aura tendance à s'échapper de l'axe de la roue, déformant ainsi le pneu produisant une vibration radiale (fig.118).

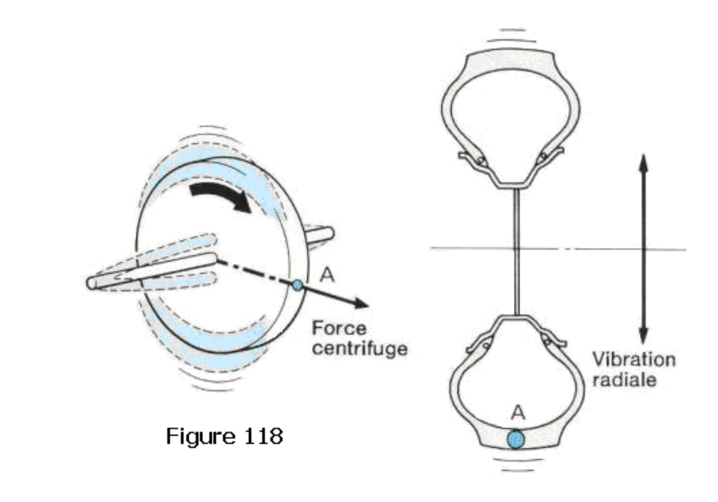


Figure 118

- Pour réaliser l'équilibrage statique, il faut placer dans le point B disposé de A à 180° et situé à la même distance de l'axe, une masse W_2 égale à la masse supplémentaire W_1 du point A (fig.119).

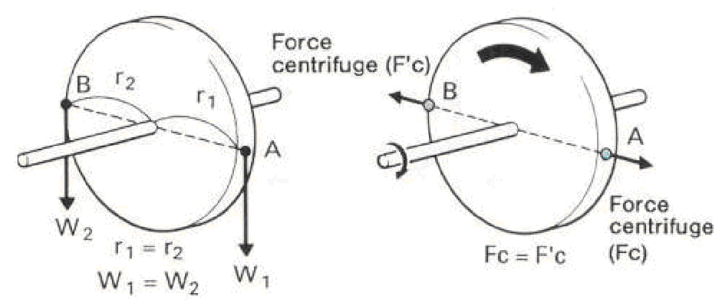


Figure 119

- Etant donné qu'il est impossible de fixer la masse d'équilibrage sur la bande de roulement du pneu, il faut placer deux masses d'équilibrage de dimensions égales à l'intérieur et à l'extérieur du voile de la jante, à l'opposé du point A (fig.120).

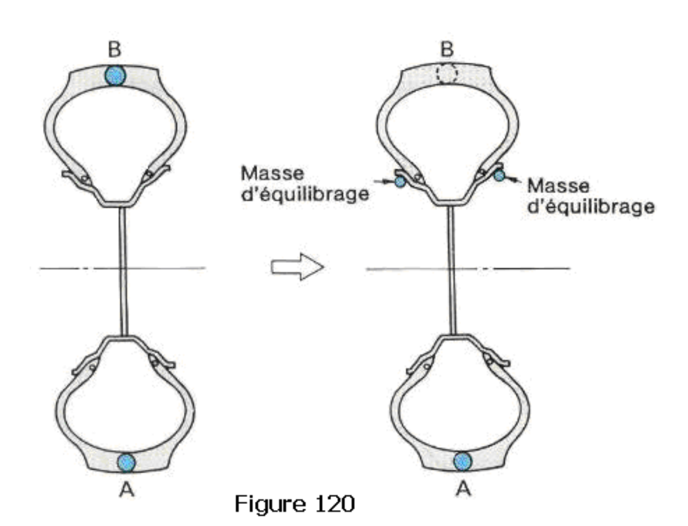


Figure 120

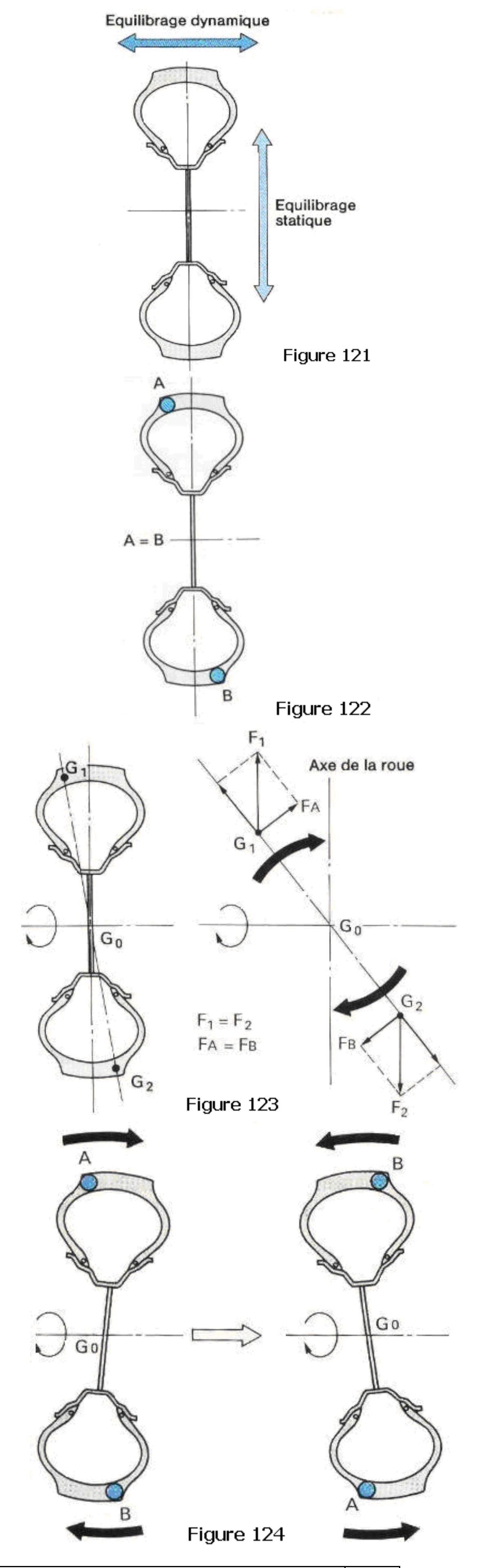
X.2.2 EQUILIBRAGE DYNAMIQUE

Consiste à réaliser l'équilibrage des roues dans le sens axial lorsque la roue tourne (fig.121).

On considère le cas d'une roue équilibrée statiquement où deux masses supplémentaires identiques A et B sont placées sur celle – ci (fig.122).

On peut observer que la droite tracée entre les deux axes des masses G_1 et G_2 n'est pas située dans la plan de rotation vertical de la roue.
En conséquence, lorsque la roue tourne, les points G_1 et G_2 ont tendance à se rapprocher de l'axe de la roue sous l'effet des moments FA et FB qui agissent autour du centre de gravité G_O de la roue (fig.123).

Chaque fois que la roue effectue une rotation de 180°, le moment global des forces crée par cette rotation produite une vibration latérale.
Cette vibration provoque à son tour le phénomène appelé ''shimmy'' qui se traduit par des oscillations au volant de direction (fig.124).



Pour corriger le balourd dynamique, on fixe deux masselottes sur la roue, l'une d'un poids identique à A placée en C et la seconde d'un poids identique à B placée en D afin d'annuler les moments autour de l'axe G_O et d'éliminer les vibrations (fig.125).

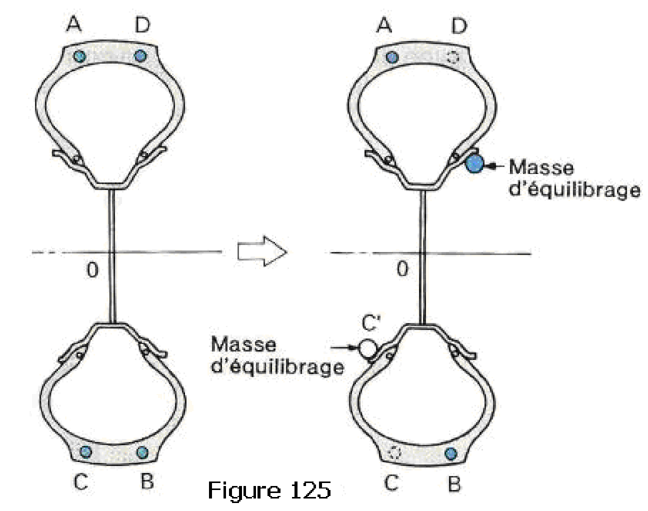


Figure 125

X.3 MACHINES A EQUILIBRER LES ROUES

Pour équilibrer une roue, on utilise une machine appelée équilibreuse.
Bien que certaines machines permettent de détecter et corriger séparément les balourds statique et dynamique, la plupart des machines utilisées actuellement permettent de réaliser simultanément ces deux corrections.

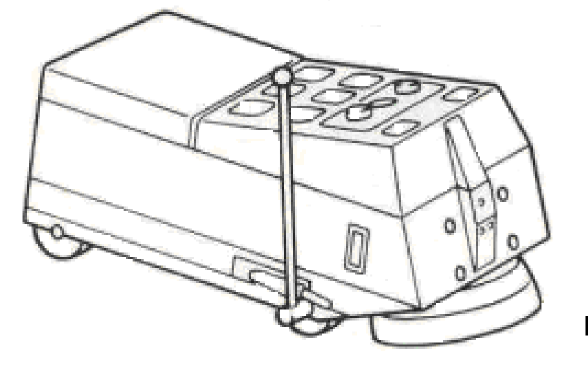
TYPES DES EQUILIBREUSES

- **Equilibreuses pour les roues déposées** qui imposent la dépose de la roue complète du véhicule (fig.126).



Figure 126

- **Equilibreuse ‘’ sur véhicule ‘’** qui n'imposent pas la dépose de la roue (fig.127).
  Ce type de machine permet non seulement d'équilibrer les roues, mais également tous les autres éléments mobiles (disques de frein, tambours, arbres des roues, etc.).


Figure 127

X.4 UTILISATION DE L'EQUILIBREUSE

Afin de d'éliminer les vibrations ressenties au volant de la direction ou à la carrosserie, les roues sont d'abord soumises à un équilibrage statique indépendant à l'aide d'une équilibreuse pour roues déposées, ensuite elles subissent un équilibrage dynamique en place sur le véhicule.

X.4.1 Précautions à prendre avant la correction du balourd d'une roue

- Lorsqu'on corrige le balourd d'une roue, il faut d'abord vérifier l'état du pneu :
  - Rechercher la présence éventuelle de morceaux de métal ou de pierres incrustés dans les rainures de la bande de roulement.
  - Vérifier la présence éventuelle de corps étrangers à l'intérieur du pneu (essayer de détecter cette présence à l'oreille).

X.4.2 Précautions à prendre lors de la correction du balourd d'une roue déposée

- Ne corriger le balourd qu'après avoir contrôler le faux – rond et le voile.
- N'utiliser qu'une équilibreuse correctement entretenue et offrant un degré de précision élevé.

X.4.3 Marche à suivre :

- Lors de la correction du balourd d'une roue motrice, entraîner celle- ci à l'aide du moteur du véhicule, en augmentant et diminuant progressivement sa vitesse de rotation.
- Sur les roues munies d'enjoliveurs, effectuer l'équilibrage avec les enjoliveurs en place.
- Mise en place les masses d'équilibrage
  A cause de la variété de plus en plus grande de jantes utilisées sur les roues des véhicules automobiles, il faut utiliser divers types de masses d'équilibrage, comme suit :

1. **Masses de la série WRP**

   Ces masses de plomb standard conviennent aux jantes en acier et sont offertes dans des poids allant de 10 g à 60 g (fig.128).

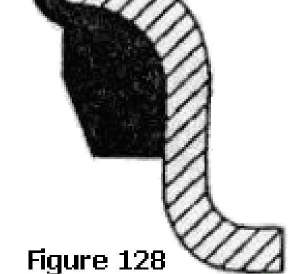


Figure 128

2. **Masses de la série WSP**

   Ces masses sont utilisées pour les jantes en alliage léger (fig.129).

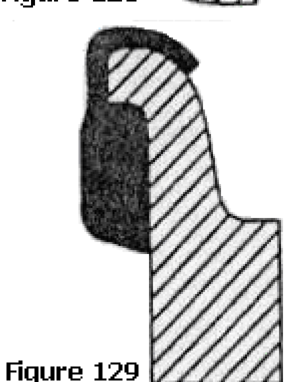


Figure 129

3. Masses recouvertes de polyester

Sont utilisées pour les jantes en alliage léger afin d'éviter la corrosion (fig.130).

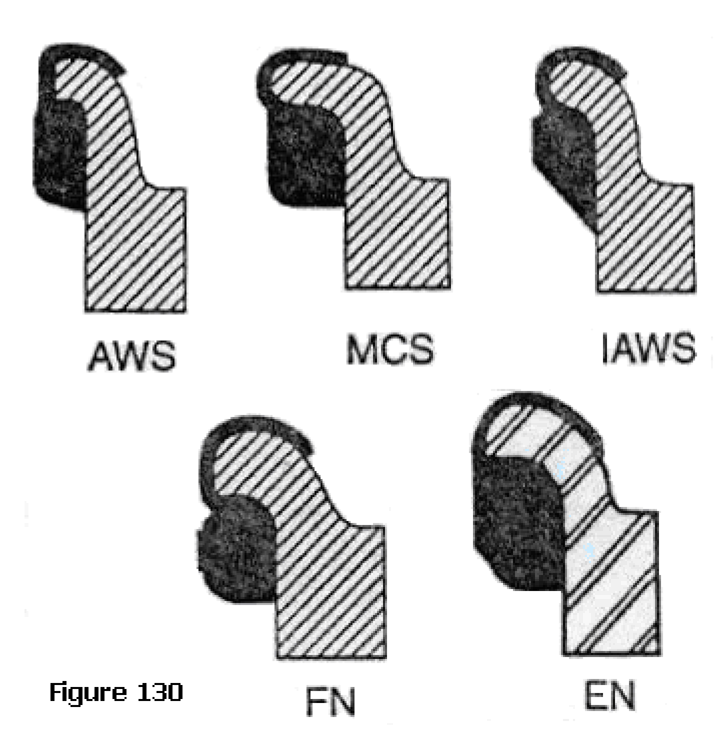


Figure 130

4. Masses à coller

Sont utilisées dans le cas où il est impossible de fixer mécaniquement les masses d'équilibrage (fig.131).

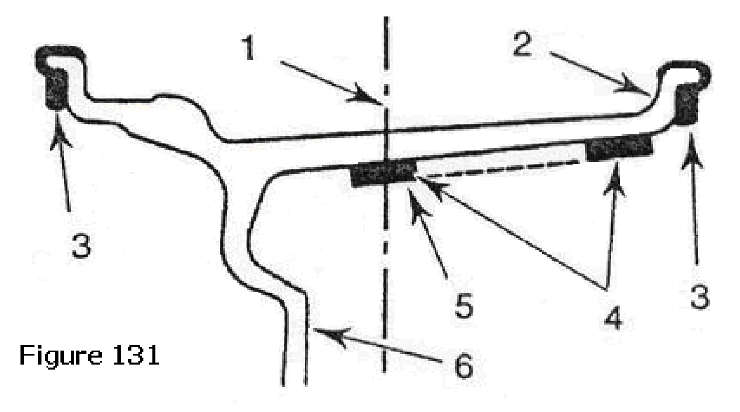


Figure 131

1. Ligne d'axe centrale
2. Collerette intérieure
3. Masses d'équilibrage à pinces
4. Masses collées (dynamique)
5. Masses collées (statique seulement)
6. Surface de montage

XI. GEOMETRIE DES TRAINS ROULANTS

XI.1 NECESSITE

Lorsque le véhicule automobile roule, sa direction doit être modifiée en fonction :

- De la configuration de la route (virages).
- Des irrégularités de la route.
- Des manœuvres à effectuer.
- D'influence du vent latéral (dérive).

Les systèmes de direction et de suspension ont le rôle de maintenir et orienter les roues à une position précise par rapport au sol et au châssis pour assurer la stabilité du véhicule.
La stabilité directionnelle d'un véhicule signifie :

- Maintenir les roues en ligne droite lors du déplacement.
- Faciliter le retour des roues en ligne droite après qu'elles ont changé la direction de déplacement (en virages, lors d'éviter des obstacles, etc.).

XI.2 TRAINS ROULANTS

- Le train avant se compose de :
    - L'essieu avant qui peut être rigide de type Ackermann ou de type brisé.
    - Roues avant.
    - Organes de direction.
    - Eléments de la suspension avant.
- Le train arrière comporte :
    - L'essieu arrière.
    - Roues arrière.
    - Eléments de la suspension arrière.

Ces deux trains roulants sont reliés mécaniquement entre eux, mais le roulage correct du véhicule dépend de la conformité exacte des éléments de direction et de suspension, ainsi que leur ancrage avec le châssis.
Les cotes déterminant les positions de ces éléments sont appelées
la géométrie des trains roulants.

XI.3 DEFINITION

La géométrie de la direction comprend les angles qui se mesurent par rapport à la verticale ou à l'axe longitudinal du véhicule automobile.

XI.4 MOYENS UTILISES POUR OBTENIR LA STABILITE DU VEHICULE (fig. 132)

- La chasse
- L'inclinaison de l'axe du pivot de direction
- Le carrossage
- Le parallélisme
- Rayon de braquage des roues

Certains de ces angles sont réglables, d'autres ne sont pas réglables. Ils dépendent directement du conformément d'une certain élément de la direction ou de la suspension.

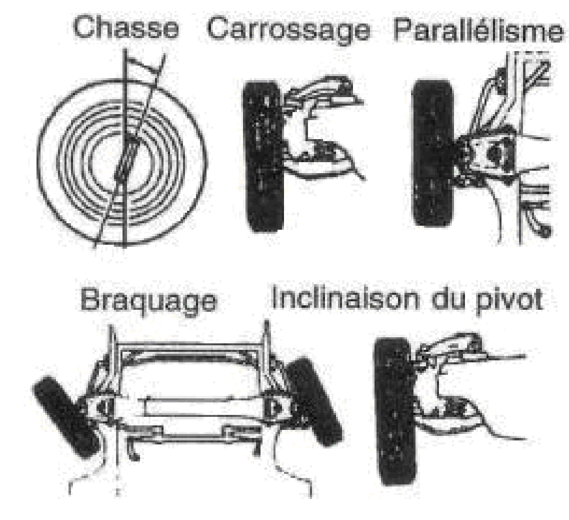


Figure 132

XI.5 L'ANGLE DE CHASSE

XI.5.1 DEFINITION

C'est l'angle compris entre la verticale et l'axe d'inclinaison des pivots de direction, le véhicule étant regardé de côté (fig.133).

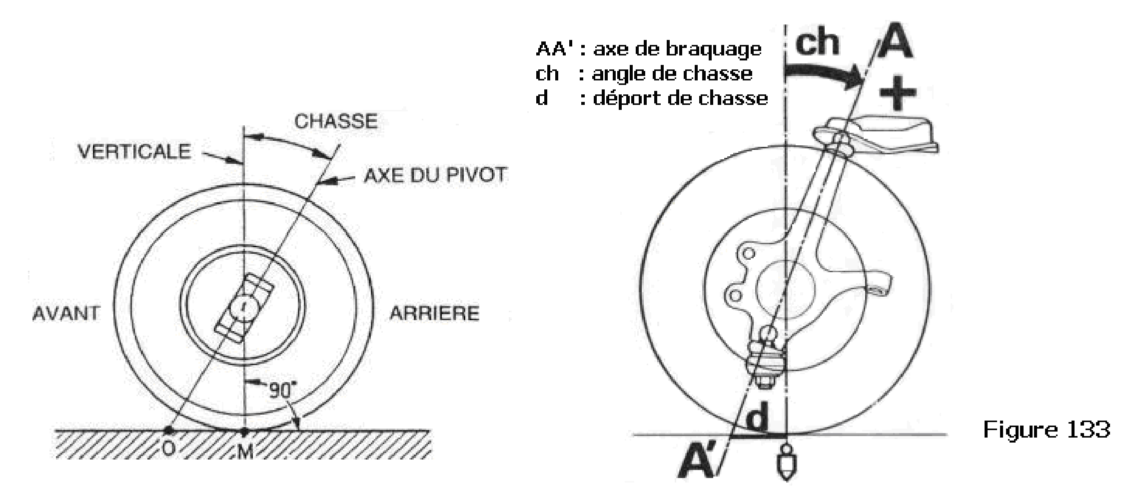


Figure 133

XI.5.2 TYPES DES ANGLES DE CHASSE

L'angle de chasse est positif lorsque l'inclinaison de l'axe des pivots est dirigée vers l'arrière du véhicule (fig.134).

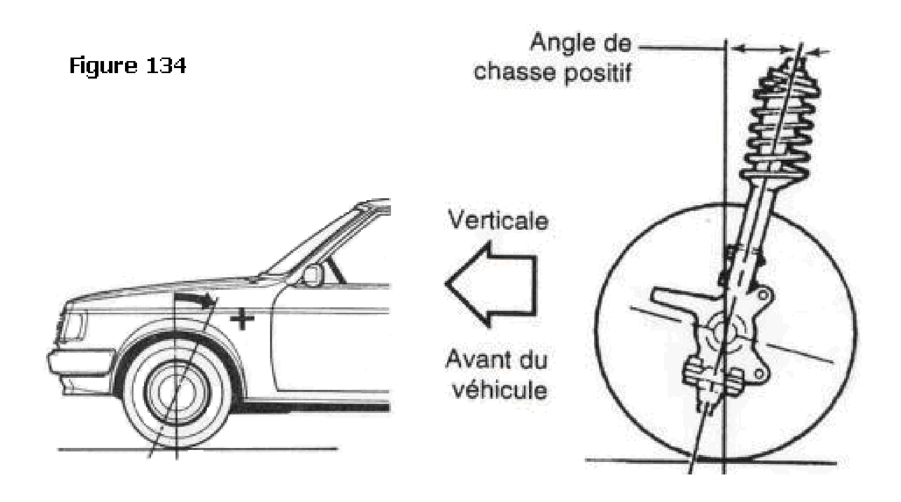


Figure 134

L'angle de chasse est négatif lorsque l'inclinaison de l'axe des pivots est dirigée vers l'avant du véhicule (fig.135).

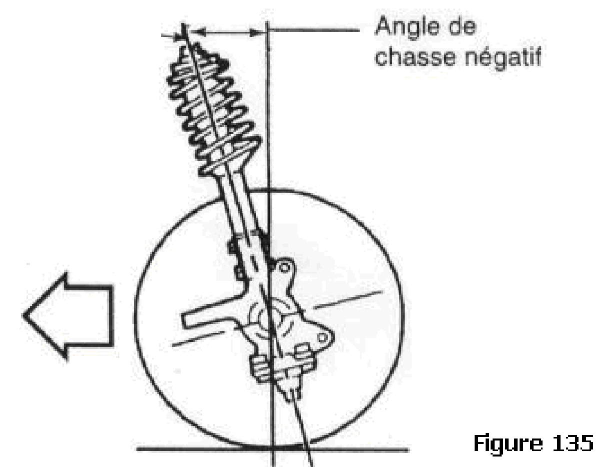
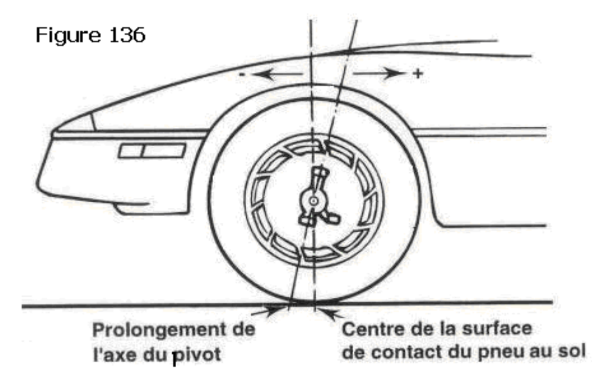


Figure 135

XI.5.3 ROLE DE L'ANGLE DE CHASSE

La chasse constitue en fait le phénomène mécanique qui tend à rappeler les roues directrices en ligne droite à l'issue d'un braquage. Ce phénomène s'applique dans le cas de l'angle de chasse positif, lorsque le prolongement de l'axe d'inclinaison des pivots rencontre le sol devant le centre de la surface de contact du pneu au sol (fig.136).

Figure 136



La fourche avant d'un vélo constitue l'exemple classique de l'application du phénomène de chasse positive. Le prolongement de l'axe de pivotement rencontre le sol avant le point de contact du pneu et dans ce cas, la roue se trouve dans la position ''tirée''. L'effet de roue tirée ramène la roue dans la direction du prolongement des pivots si jamais une force externe tente de la dévier de sa direction (fig.137).

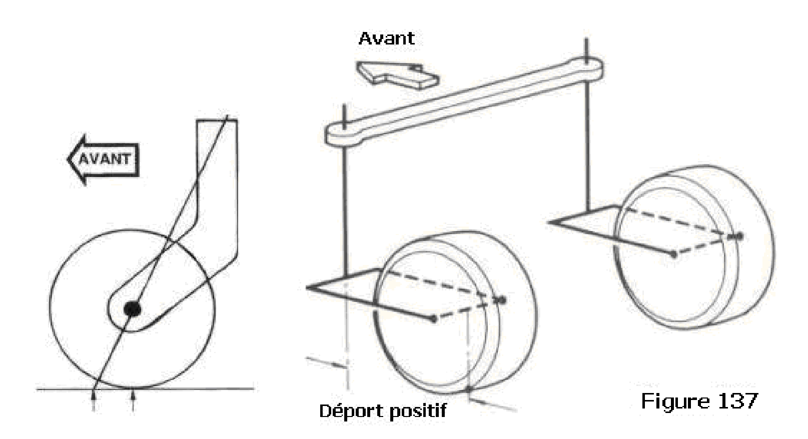


Figure 137

La figure 138 montre le phénomène de rappel des roues en ligne droite sous l'effet de la chasse.
Lorsque les roues sont braquées vers la gauche, les forces motrices P et P' agissent sur les points a et a' .
La résistance que les pneus opposent au

roulement agit aux centres O et O’ des surfaces de contact des pneus avec le sol produisant ainsi les forces de réaction F et F’ qui s’opposent aux forces de braquage.
Les forces F et F’ peuvent être décomposées suivant les forces F 1, F 2, F’ 1 et F’ 2.On observe que les forces F 2 et F’ 2 créent les couples T et T’ qui ont tendance à entraîner le pivotement des roues dans le sens l’horloge autour de a et a’. Ces moments ont donc la tendance de ramener les roues en ligne droite.

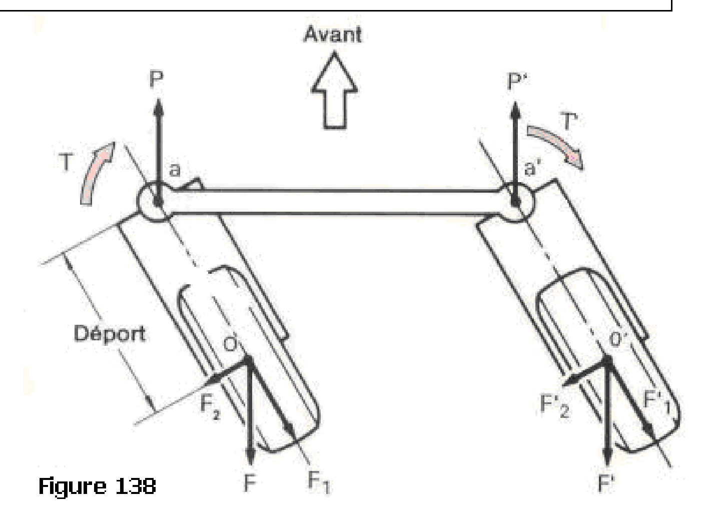


Figure 138

P, P'	:	Force motrice
a, a'	:	Pivot de direction
O, O'	:	Centre de la surface de contact des pneus au sol
F, F'	:	Force de réaction
F_1, F_2	:	Force composante F
F'_1, F'_2	:	Force composante F'

XI.5.4 UNITE DE MESURE

L’angle de chasse est mesuré en degrés, les valeurs étant différentes selon la structure et le type de véhicule, comme suit :

- Dans le cas des véhicules à propulsion, la valeur est comprise entre 0° et 4°.
- Dans le cas des véhicules à traction tout à l’arrière, la valeur est comprise entre 6° et 12°.

XI.5.5 ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT DUES A L’ANGLE DE CHASSE TROP POSITIF

L’angle de chasse n’affecte pas l’usure des pneus, mais une chasse positive excessive peut produire les effets suivants :

- Augmentation de l’effort nécessaire pour commander le système de direction.
- Provoquer un rappel trop rapide du volant de direction.
- Provoquer l’instabilité du véhicule à haute vitesse.
- Transmettre de manière excessive les chocs aux éléments de la suspension.

Remarque :
L’angle de chasse force la fusée de la roue à suivre une trajectoire inclinée lors du braquage. Cette réaction provoque le soulèvement d’une partie du véhicule et l’abaissement de l’autre.
Une modification de la hauteur en plus ou en moins d’une extrémité du véhicule modifie l’angle de chasse.
En conséquence, les ressorts arrière affaissés ou surchargés modifient l’assiette du véhicule, ce qui a pour effet d’augmenter la chasse positive. A l’inverse, une suspension arrière trop élevée, réduite la chasse positive.
On observe que ces changements modifient la stabilité du véhicule automobile.

XI.5.6 REGLAGE DE L'ANGLE DE CHASSE

La plupart des véhicules automobiles possèdent divers dispositifs incorporés aux éléments de la suspension destinés au réglage de l'angle de chasse (fig.139).

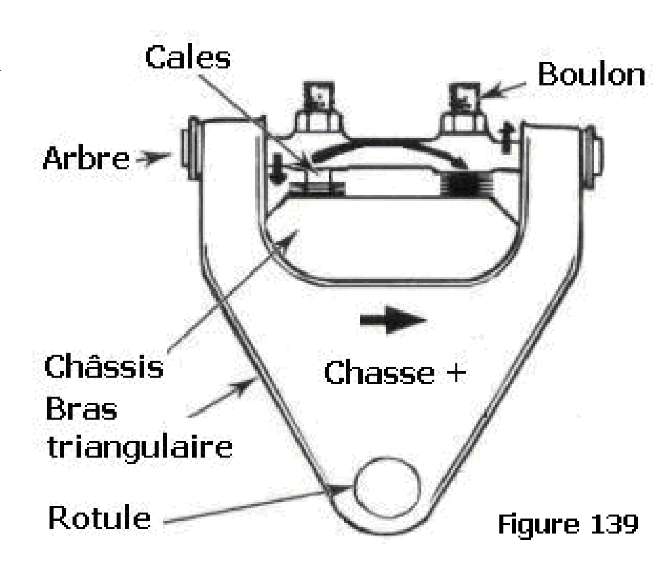


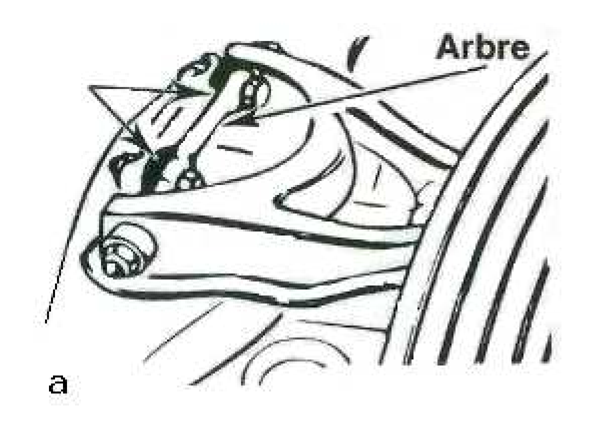
Figure 139

- Boulons excentriques
- Cales
- Trous oblongs
- Tirants

Pour ajuster l'angle de chasse, il suffit, à l'aide des dispositifs mentionnés d'avancer ou de reculer le haut ou le bas du support de l'axe de fusée.

METHODES DE REGLAGE

- Dans le cas du système de suspension à roues indépendantes à bras superposés sans tirant de chasse, pour augmenter la chasse, il faut déplacer les calles de l'arrière à l'avant (fig.140a).



a

- La chasse est réglée par modification de la distance L entre le bras de la suspension inférieur et tirant de chasse grâce à un écrou ou une entretoise monté sur le tirant de chasse (fig.140 b).

  Ce type de réglage est utilisé sur les suspensions à tirant de chasse ou à triangles superposés sur lesquelles le tirant de chasse est monté à l'avant ou à l'arrière du bras de suspension inférieur.

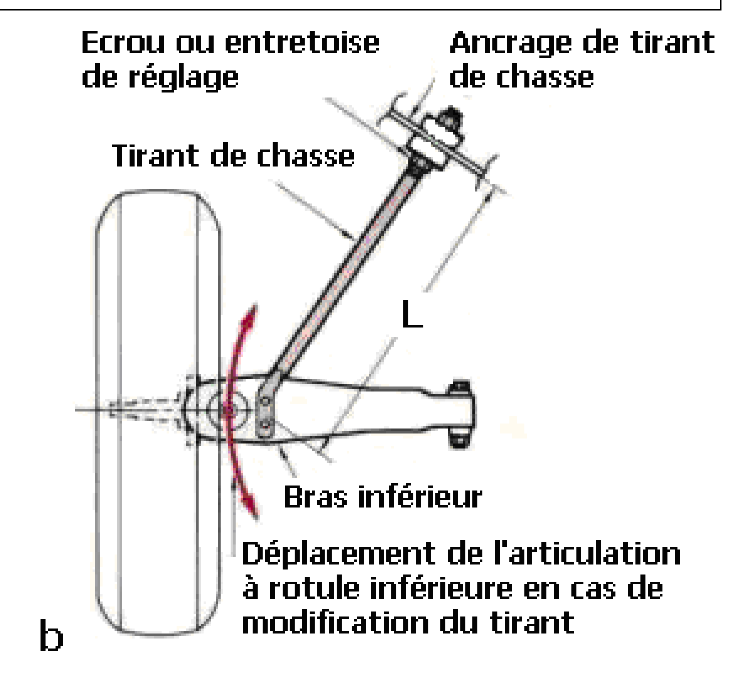


Figure 140

- Dans le cas du système de suspension type MacPherson, pour régler l'angle de chasse déposer les boulons de fixation de la jambe de suspension (jambe de force) et ensuite tourner la tige supérieure et le boulon (fig.141).

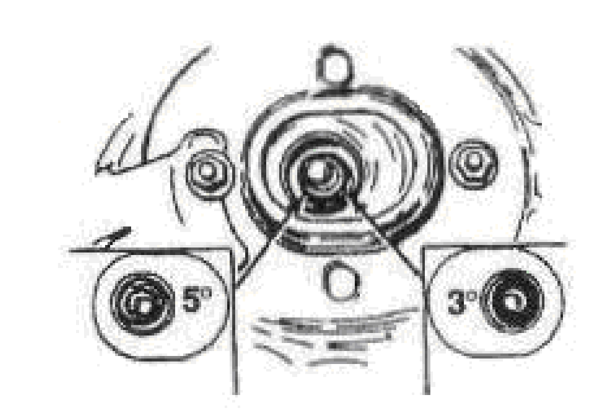


Figure 141

XI.6. DEPORT

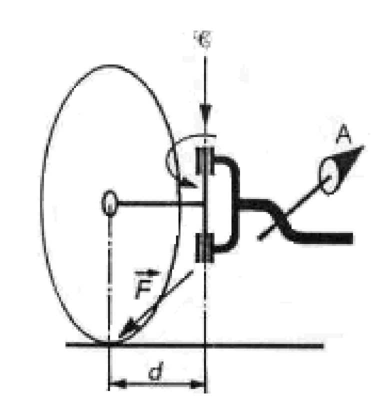
XI.6.1 REPERCUSSIONS DES IRREGULARITES DU SOL SUR LE VOLANT DE DIRECTION

Lorsqu'une roue directrice heurte un obstacle sur la route, celle – ci est retenue vers l'arrière par une force résistante. Cette force produit sur l'axe du pivot un couple C = F * d (fig.142) qui sera ressenti au volant de direction.
Pour une force résistante donnée, le couple sera donc fonction de la distance ''d'' appelée **déport.**

Figure 142

Effet du déport au sol.

A : sens d'avancement du véhicule.
$\vec{F}$: force produite par un choc.
d : déport au sol.
€ : couple produit sur l'axe de pivot (€ = Fd).
Si l'on diminue d, € diminue.



XI.6.2 DEFINITION

Le déport de l'axe de pivotement signifie la distance mesurée sur le sol entre le prolongement de l'axe de pivot et la verticale passant au centre de la surface de contact du pneu au sol (fig. 143).

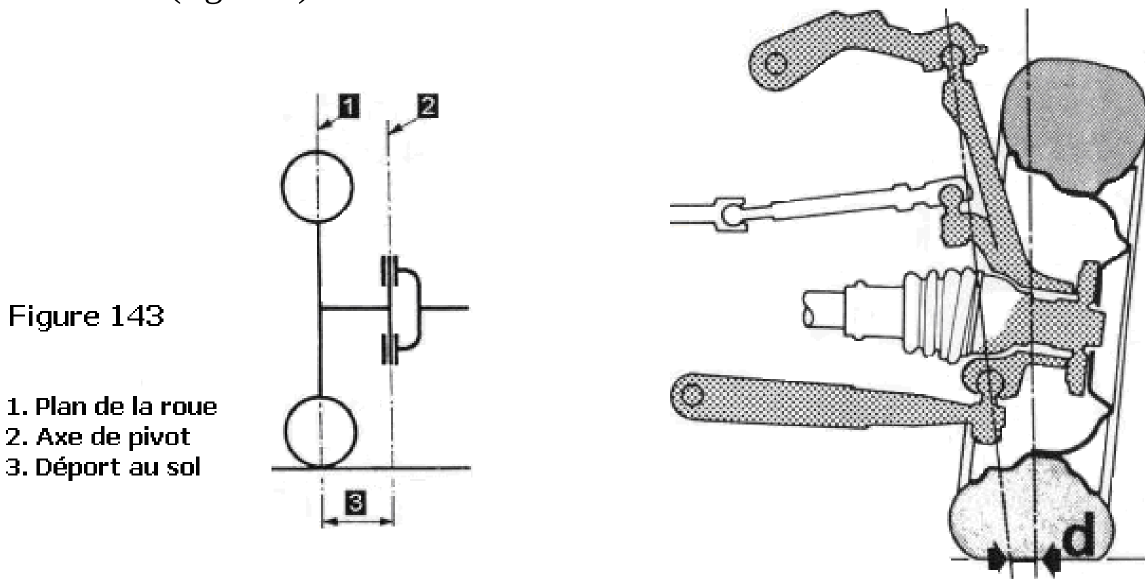


Figure 143

1. Plan de la roue
2. Axe de pivot
3. Déport au sol

XI.6.3 TYPES DE DEPORT

- **Déport nul** : Le prolongement de l'axe de pivot rencontre le sol au centre de la surface de contact entre le pneu et le sol. Le déport nul rend le braquage difficile des roues lorsque le véhicule est arrêté.
- **Déport positif** : Le prolongement de l'axe de pivot rencontre le sol à l'intérieur du véhicule par rapport à l'axe de la roue. Le déport positif facilite le braquage des roues, mais amplifie les forces transmises aux éléments de la direction.
- **Déport négatif** : Le prolongement de l'axe de pivot rencontre le sol au – delà du plan médian de la roue, vers l'extérieur du véhicule. Le déport négatif améliore la stabilité directionnelle du véhicule, mais occasionne un couple qui tend à braquer les roues vers l'intérieur durant le freinage.

Remarque :

Il s'avère intéressant de réduire au maximum le déport de façon à ne pas être tributaire à ce couple nuisible, par les méthodes suivantes :

- Utiliser un système de direction peu réversible, ce qui n'est pas toujours souhaitable ou possible.
- Limiter les couples sur les axes de pivot par la diminution ou suppression du déport.

XI.6.4. SOLUTIONS TECHNIQUES POUR DIMINUER LE DEPORT

XI.6.4.1 DEPORT DE JANTE

Dans ce cas, l’axe de pivot et l’axe de la roue sont confondus (fig.144).
Ceci n’est possible que si les freins ne sont pas placés entre le porte – fusée et la roue.

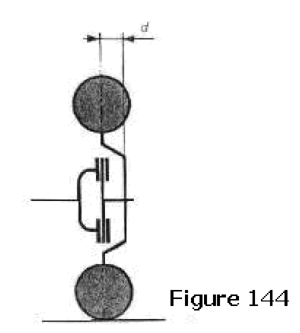
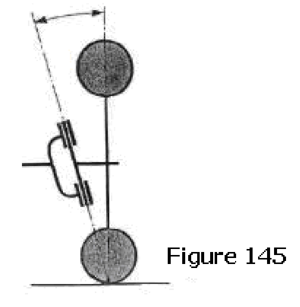
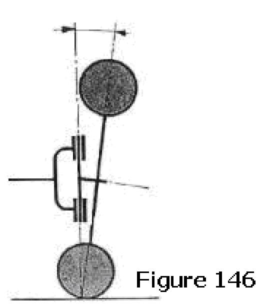


Figure 144

XI.6.4.2 INCLINAISON DE L’AXE DE PIVOT (fig.145).


Figure 145

XI.6.4.3 CARROSSAGE (fig.146).


Figure 146

Remarque :
Un léger déport est recommandé pour les raisons suivantes :

- Faciliter le retour et le maintien des roues en ligne droite après la modification de la direction de déplacement du véhicule automobile.
- Eviter le ripage (dérapage) des pneus lors des manœuvres à basse vitesse.

XI.6.5 UNITE DE MESURE

La valeur du déport adoptée par les fabricants est habituellement située entre
1 mm et 20 mm.

XI.6.6 ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT DUES AU DEPORT EXCESSIF

- Perte de contrôle sur le véhicule à cause de leur écartement latéral lorsqu’elles rencontrent des obstacles sur la route.
- Transmission au volant de direction des efforts supportés par les roues lors du freinage ou lorsqu’elles heurtent des obstacles.

XI.7. INCLINAISON DE L’AXE DE PIVOT

XI.7.1. DEFINITION

L'inclinaison de l'axe de pivot est l'angle compris entre le prolongement de l'axe des pivots et la verticale, véhicule vu de face (fig.147).

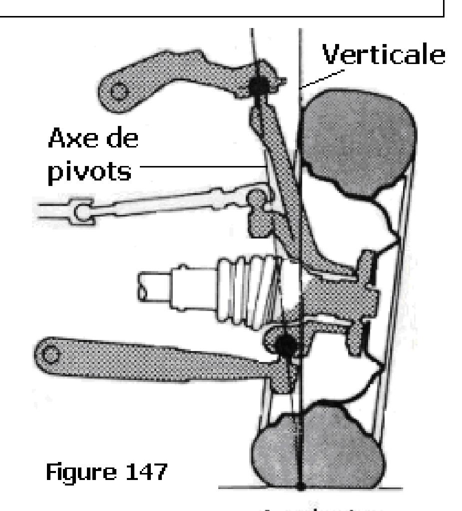


Figure 147

XI.7.2 TYPES DES SUSPENSIONS ET L'ANGLE D'INCLINAISON DE PIVOTS

XI.7.2.1. SUSPENSION A ESSIEU RIGIDE

Les pivots sont montés à chaque extrémité de l'essieu (fig.148).

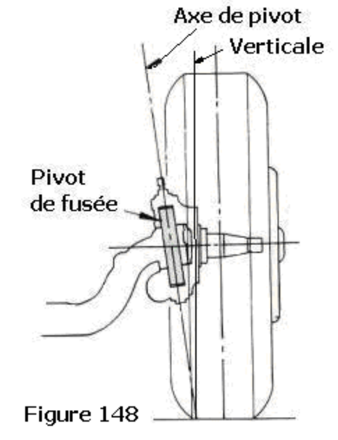


Figure 148



XI.7.2.2. SUSPENSION A TRIANGLES OU BRAS SUPERPOSE

Dans ce cas, l'axe qui traverse le pivot ou la rotule du triangle supérieur et le pivot ou la rotule du triangle inférieur constitue l'axe de direction (fig. 149).

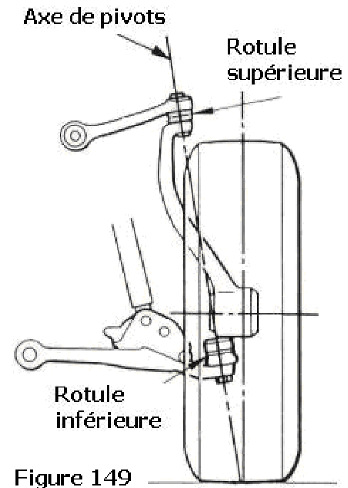


Figure 149

XI.7.2.3. SUSPENSION MAC PHERSON

Dans ce cas, l'axe qui traverse la jambe de suspension et le pivot ou la rotule du bras inférieur constitue l'axe de pivotement (fig.150).

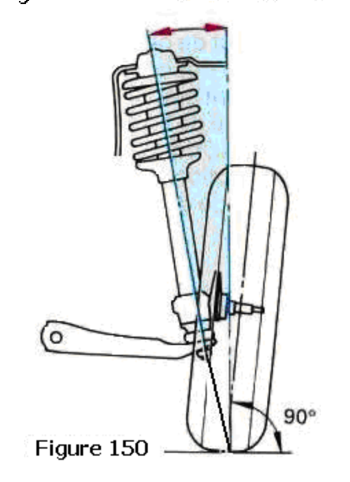
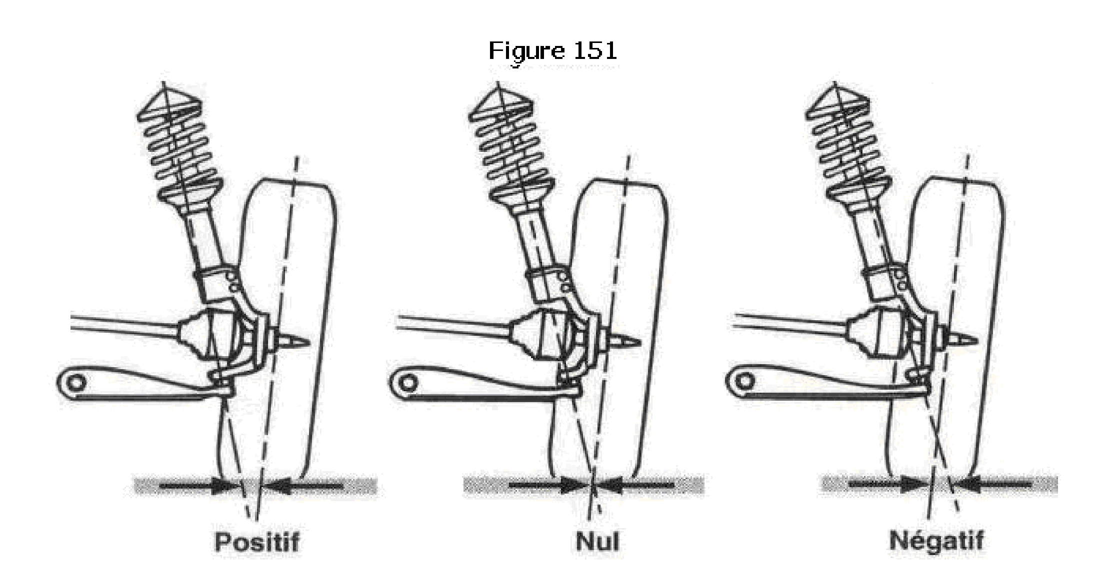


Figure 150

XI.7.3. ROLES

- **Diminution de l'effort de braquage**
  Les roues pivotent vers la droite ou vers la gauche autour des pivots de direction, suivant des rayons correspondants au déport. Plus que ce déport est important, plus l'effort exercé sur le volant de direction est élevé. Pour diminuer cet effort, le déport peut être modifié par des inclinaisons différentes de l'axe de pivots (fig.151).



- **Favoriser l'auto centrage des roues après le braquage**
  Lors d'un virage, l'inclinaison de l'axe de pivots force l'extrémité de la fusée à décrire une trajectoire en arc, en se rapprochant progressivement du sol.
  Comme la roue ne peut pas s'enfoncer dans la chaussée, la carrosserie est soulevée, mais la masse du véhicule tente de reprendre le point le plus bas. Cette réaction ramène le volant de direction au centre de sa course.
- **Neutraliser les réactions au freinage**
  Lors du freinage, le bras de levier formé entre le prolongement de l'axe des pivots crée un couple de rotation autour du pivot qui a le rôle de diminuer la charge appliquée sur les éléments de la suspension et de la direction.

XI.7.4. UNITE DE MESURE

L'unité de mesure de l'angle d'inclinaison de l'axe de pivots est exprimée en degrés et fractions de degrés.
La valeur est comprise entre 5° et 15°.

XI.7.5. REGLAGE

L'angle d'inclinaison des pivots n'est pas ajustable. Il dépend directement de la conception et du conformément des composants des systèmes de direction et de suspension.
Les valeurs différentes des spécifications signifient que certain élément comme fusé, porte – fusée ou une jambe de suspension (suspension MacPherson) ont subi des dommages. Le remplacement des pièces défectueuses est la seule façon de remède à une telle situation.

XI.7.6. ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT

Le remplacement des pneus d'origine par de pneus surdimensionnés modifie le déport. Cette modification affecte la stabilité directionnelle du véhicule automobile et augmente la charge sur les éléments des systèmes de direction et de suspension (fig.152).

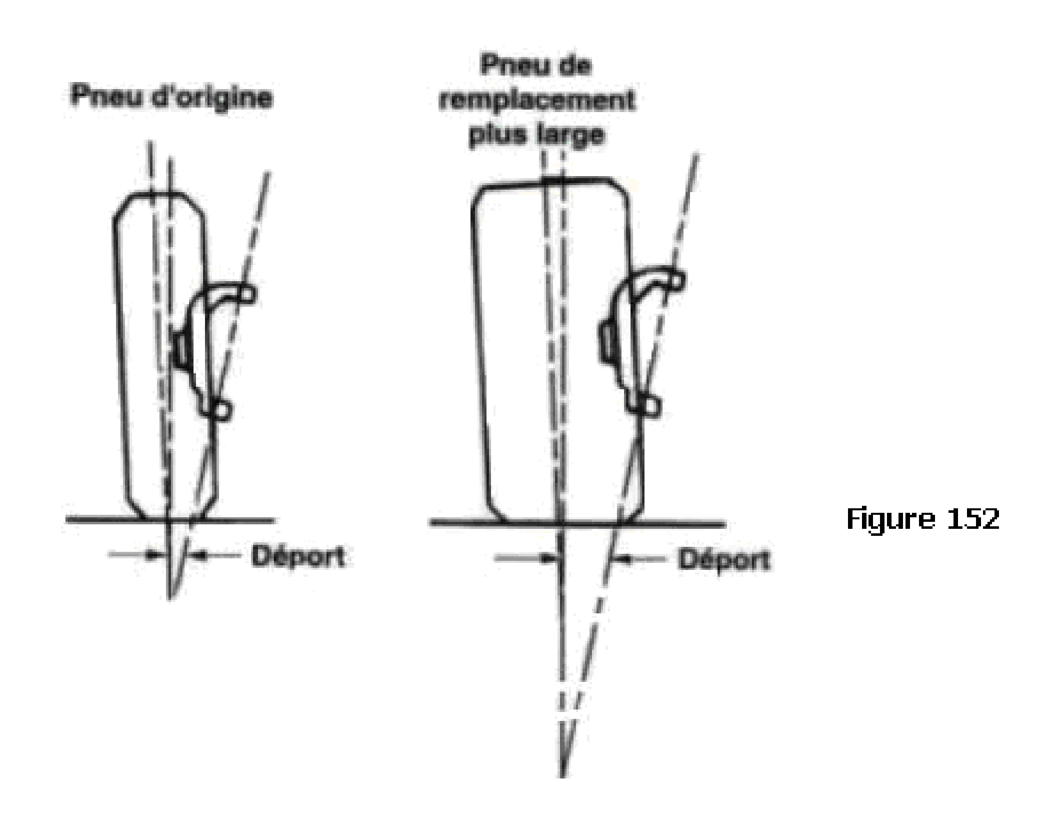


Figure 152

XI.8. CARROSSAGE

Les roues avant du véhicule sont de telle sont montées de telle sorte que leurs parties supérieures sont inclinées soit vers l'extérieur, soit vers intérieur.
Cette inclinaison est appelée angle de carrossage.

XI.8.1 DEFINITION

L'angle de carrossage est l'angle formé par la verticale et le plan de la roue, ou encore, l'angle compris entre l'axe de la fusée et l'horizontale (fig.153).

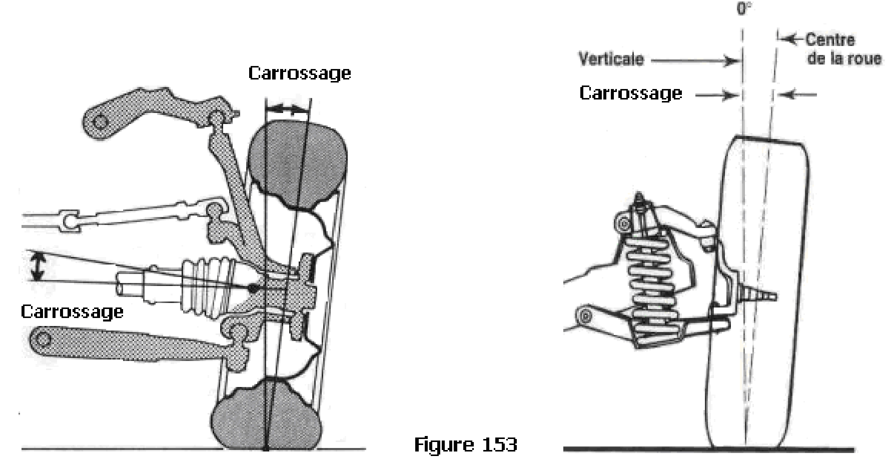


Figure 153

XI.8.2 TYPES DES ANGLES DE CARROSSAGE

- **L'angle de carrossage positif** : la partie supérieure de la roue est inclinée vers l'extérieur (fig.154).

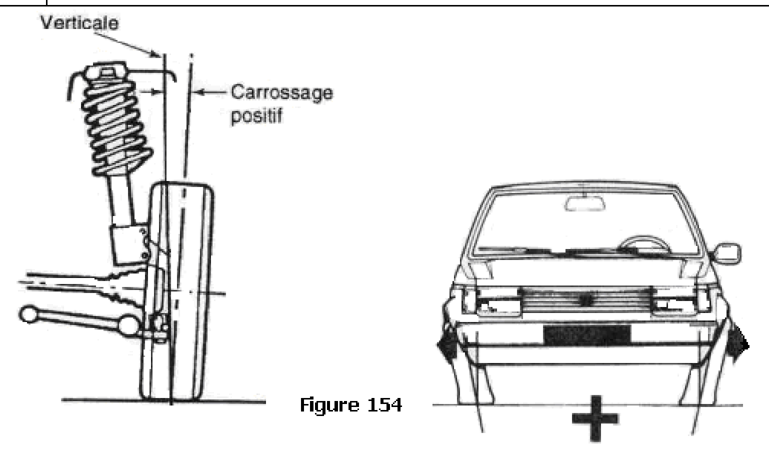


Figure 154

- **L'angle de carrossage négatif** : la partie supérieure de la roue est inclinée vers l'intérieur (fig.155).

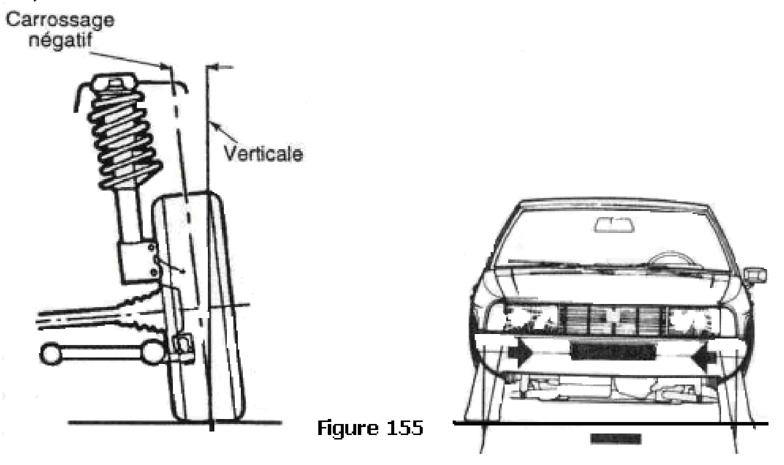


Figure 155

- **L'angle de carrossage nul** : l'axe de la roue coïncide avec la verticale.

XI.8.3. L'INFLUENCE DE L'ANGLE DE CARROSSAGE SUR LA TRAJECTOIRE DU VEHICULE

On peut comparer l'effet de l'angle de carrossage à un cône roulant vers son petit diamètre (fig.156).

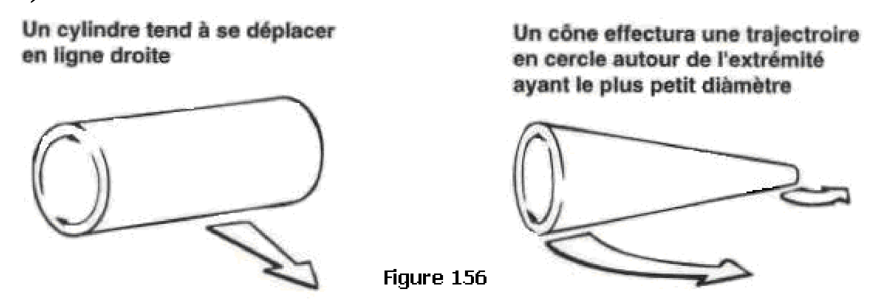


Figure 156

Les roues tendent à s'éloigner du véhicule lorsque l'angle de carrossage est positif pour chacune d'elles (fig.157).
Toutefois, leur action combinée annule cette tendance et améliore la stabilité latérale car le véhicule adopte une trajectoire rectiligne.
Les roues tendent à se rapprocher lorsqu'elles présentent l'angle de carrossage négatif.

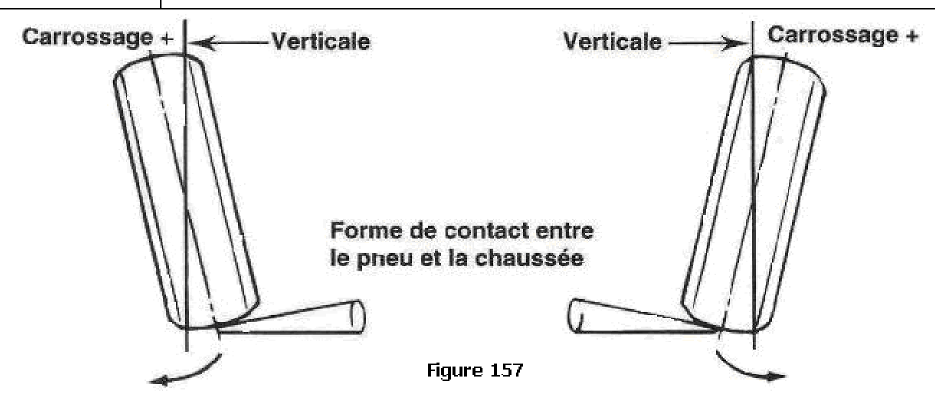


Figure 157

XI.8.4. ROLES DE L'ANGLE DE CARROSSAGE

XI.8.4.1. ANGLE DE CARROSSAGE POSITIF

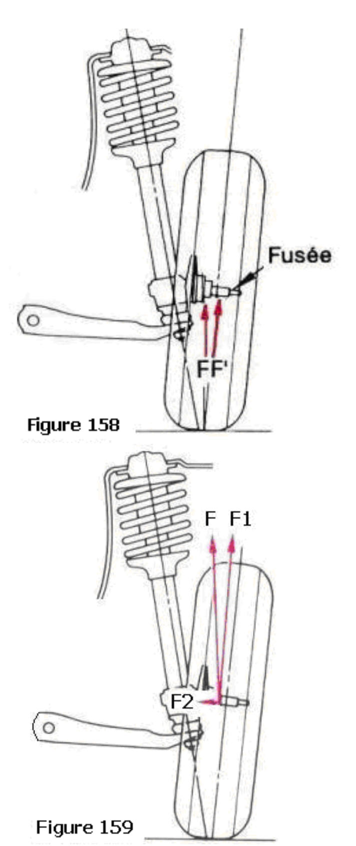


Figure 158

Figure 159

- **Diminuer la charge verticale sur la fusée de la roue** (fig.158).
  Si l'angle de carrossage est égal à zéro, la charge supportée par la fusée est appliquée dans le point F', ayant la tendance à provoquer la déformation de la fusée ou du pivot (rotule) de fusée.
  Si l'angle de carrossage est positif, l'effort s'exerce alors plus près du pivot, dans le point F ce qui se traduit par la réduction des efforts supportés par la fusée et le pivot.

- **Rapporter vers l'intérieur de la fusée de la roue la plus grande partie de la charge** (fig.159).
  La force F qui est égale à l'importance de la charge supportée par le véhicule, s'exerce sur la roue perpendiculairement au sol.
  Cette force se compose de la force F 1 perpendiculaire à l'axe de la fusée et de la force F 2 parallèle à celle – ci.

La force F2 repousse la roue vers l'intérieur qui est ainsi empêchée de s'échapper de la fusée. Ceci a deux effets :

1. Réduire la longueur du bras de levier ce qui diminue la charge appliquée sur les éléments des systèmes de suspension et de direction.
2. Renforcement du roulement intérieur de la fusée par rapport au roulement extérieur afin de supporter la plus grande partie de la charge du véhicule.

- **Prévention contre l'apparition d'un carrossage négatif en fonction de la charge**
  L'angle de carrossage positif a aussi le rôle d'éviter l'apparition d'un angle de carrossage négatif lorsque le véhicule supporte une charge importante et la partie supérieure de la roue a tendance à basculer vers l'intérieur du fait de la déformation des éléments de la suspension.
- **Réduction de l'effort de braquage**

XI.8.4.2. ANGLE DE CARROSSAGE NUL

Ce réglage évite une usure irrégulière des pneus.

XI.8.4.3. ANGLE DE CARROSSAGE NEGATIF

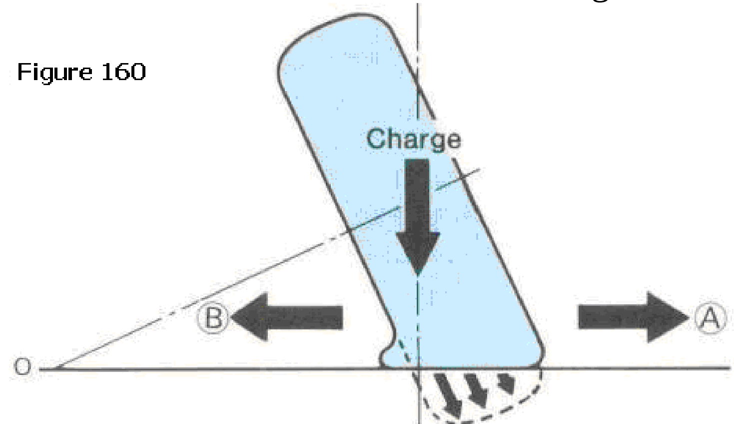
- Favoriser la stabilité en ligne droite du véhicule automobile
- Abaisser le centre de gravité
- Elargir la voie du véhicule
- Diminuer le danger de renversement dans les virages
- Améliorer le comportement routier dans les virages par la diminution de la poussée de carrossage (fig.160).

  Lorsqu'une charge verticale s'exerce sur le pneu, il sera déformé et il y a alors naissance d'une force sur le sol qui est dirigée dans le sens A. Par suite de cette réaction, le pneu bascule dans le sens B à cause d'une force appelée ''poussée de carrossage''.

  Lorsque le véhicule est engagé dans un virage, la poussée de carrossage a tendance de diminuer l'adhérence de la roue puisqu'il y a augmentation du carrossage positif sous l'effet de la force centrifuge.

  Sur certains véhicules, on exploite ce phénomène, les roue présentant un angle de carrossage légèrement négatif de telle sorte que le carrossage positif soit plus faible dans les virages.

  Cela se traduit par diminution de l'importance de la poussée de carrossage et par un meilleur comportement routier du véhicule dans les virages.



La figure 161, montre le comportement du véhicule dans les virages, les roues étaient réglées avec des angles de carrossage positif et négatif.

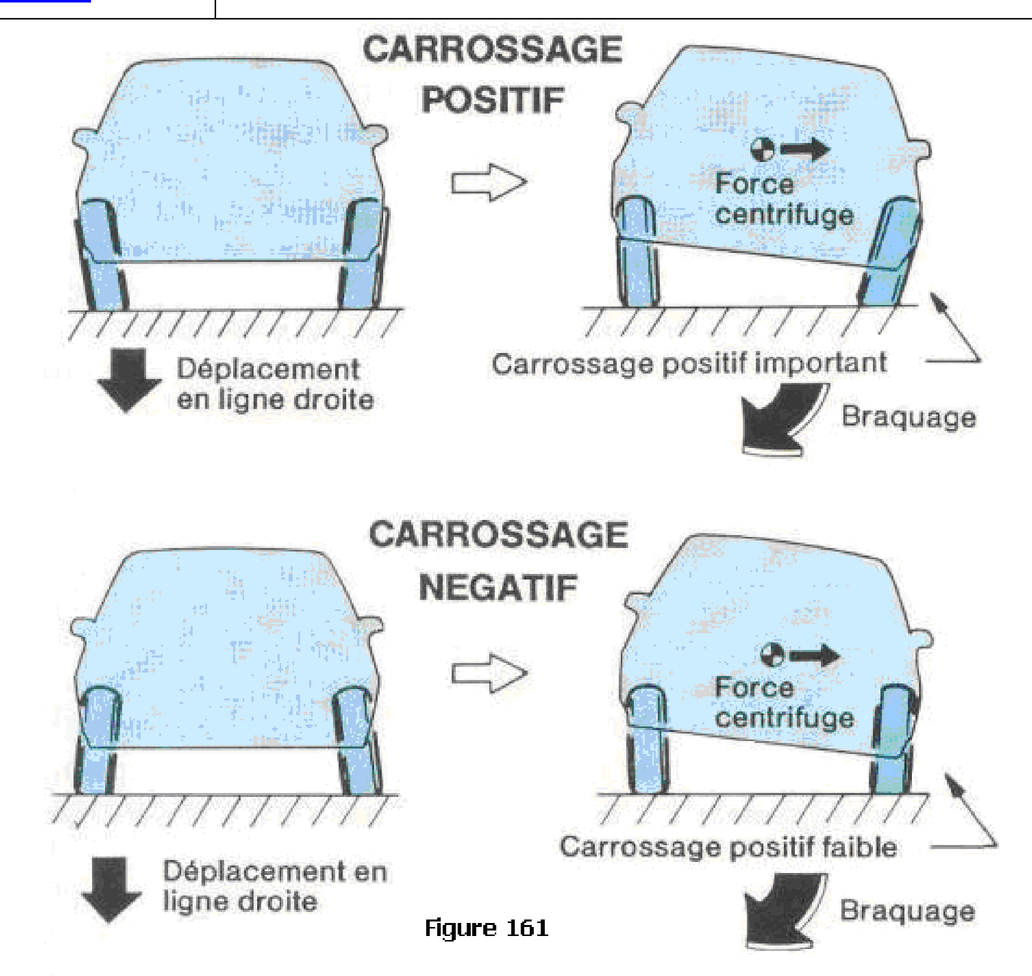


Figure 161

XI.8.5. UNITE DE MESURE

L'angle de carrossage est mesuré en degré et fractions de degré.
La plupart des véhicules présentent sur les roues directrices avant des angles de carrossage positifs à partir de 30‘ à 1° des écarts de +/- 30' étant admis.

XI.8.6. ANOMALIES DE DUES AU CARROSSAGE EXAGERE

XI.8.6.1. CARROSSAGE POSITIF

Le carrossage positif exagéré se traduit par :

- **Usure anormale des pneus sur les côtés extérieurs des bandes de roulement**

  En effet, lors du déplacement, la partie extérieure de la bande de roulement du pneu tourne sur un rayon plus court que la partie intérieure (fig.162).

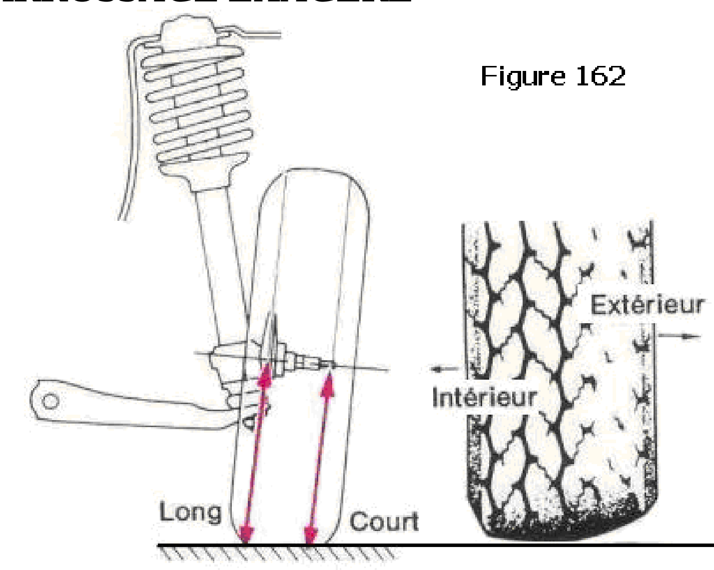


Figure 162

Etant donné que la vitesse de rotation du pneu est identique pour les parties extérieure et intérieure de la bande de roulement, la partie extérieure doit alors ''déraper'' sur la route

de manière à compenser la vitesse de rotation, d'où elle sera soumise à une usure plus rapide.

- **Le véhicule automobile a tendance à tirer vers l'extérieur lors du déplacement**

XI.8.6.2. CARROSSAGE NEGATIF

Le carrossage négatif exagéré se traduit par :

- **L'usure anormale des pneus sur le côté intérieur de la bande de roulement** (fig.163).

- **Le véhicule automobile a tendance à tirer vers l'intérieur lors du déplacement.**

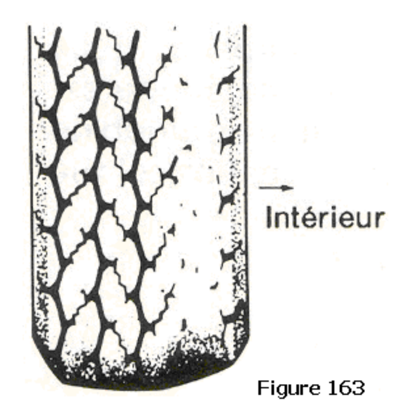


Figure 163

XI.8.7. REGLAGES

La plupart des véhicules automobiles possèdent des divers dispositifs de réglage de l'angle de carrossage incorporés aux les éléments de la suspension (fig.164). :

- Boulons excentriques
- Cales de réglage
- Trous oblongs

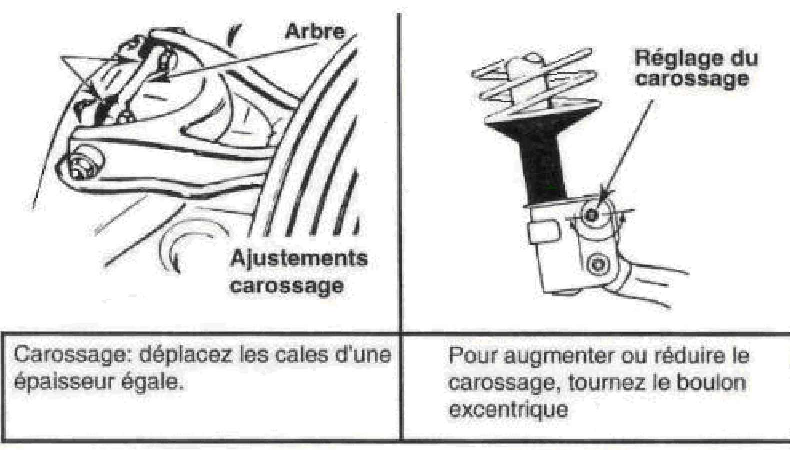


Figure 164

XI.8.7.1. REGLAGE DE L'ANGLE DE CARROSSAGE DES ROUES AVANT

Dans le cas des véhicules automobiles dont la suspension est de type MacPherson, on a deux façons de régler le carrossage :

- Modification de l'angle relatif entre l'amortisseur et le pivot de la fusée par l'intermédiaire d'un boulon excentrique (fig.164 et 165) ou par un

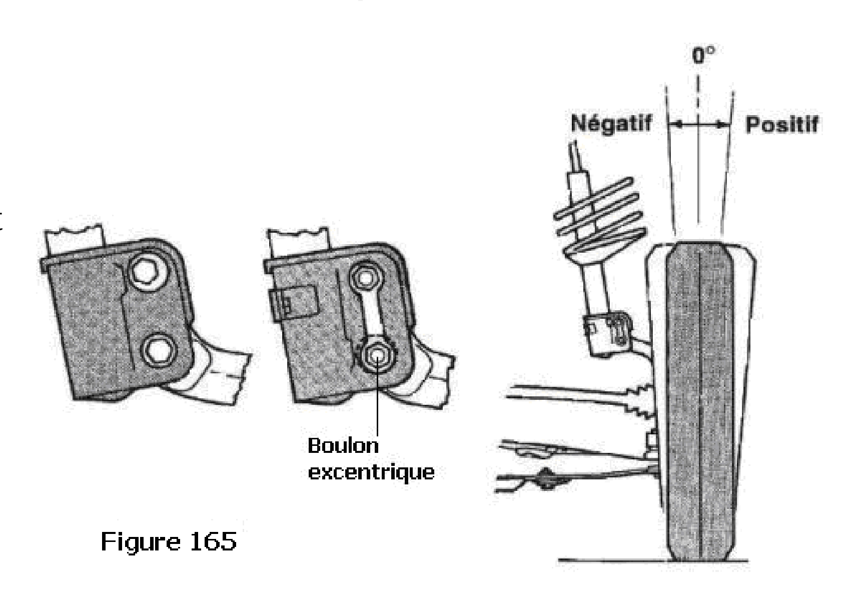
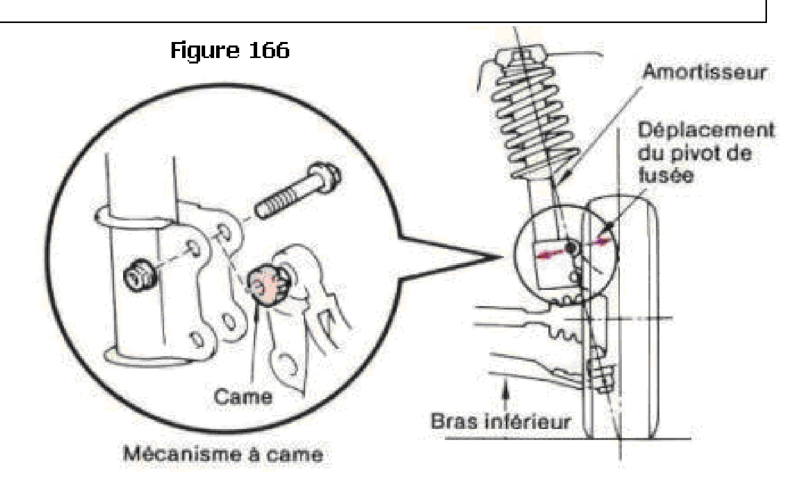
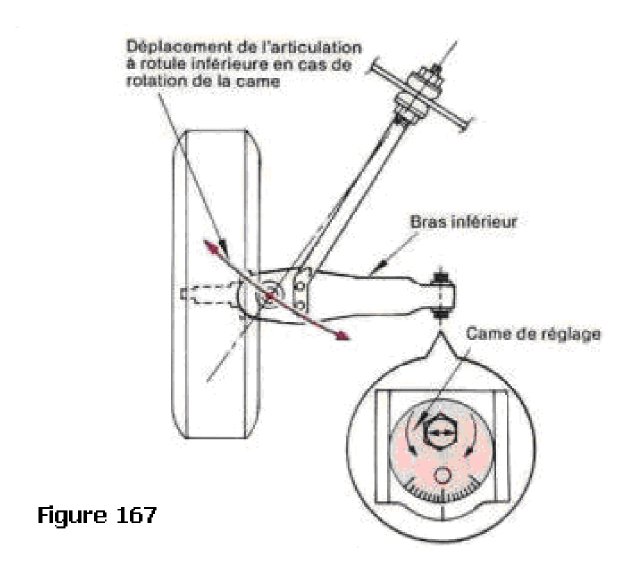


Figure 165

mécanisme à came prévu au niveau de la liaison entre l'amortisseur et du pivot de fusée (fig.166).

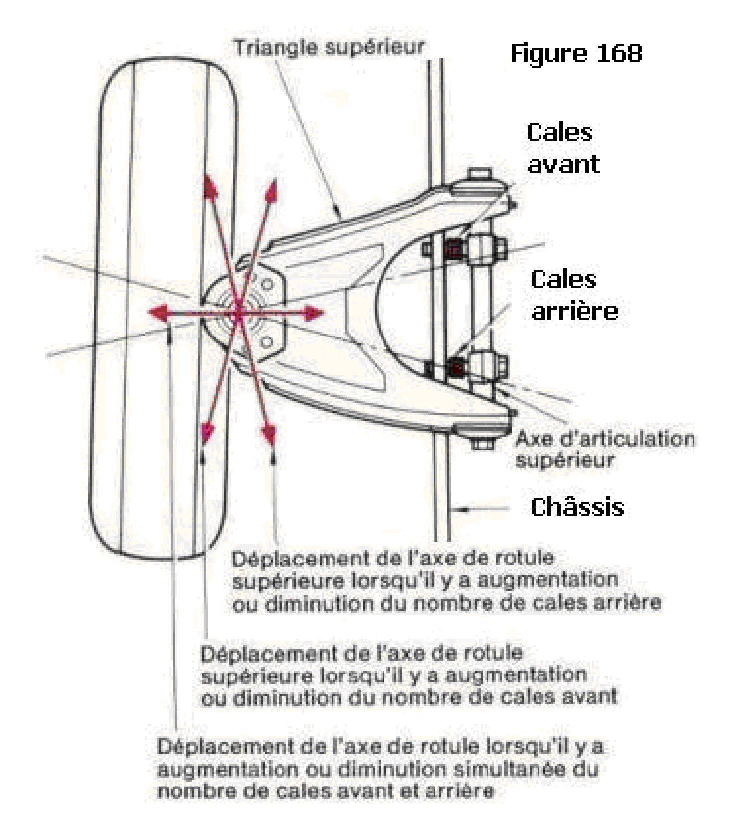


- Par une vis excentrée à came montée sur l'articulation intérieure du bras inférieur.
  La rotation de cette vis a pour effet de décaler le bras de suspension inférieur vers gauche ou vers droite.
  Ce mouvement se traduit par le déplacement oblique de l'articulation à rotule inférieure du fait que le bras de suspension inférieur est maintenu par le tirant de chasse (fig.167).



Dans le cas des véhicules à suspension à bras superposés, on peut régler le carrossage par les méthodes suivantes :

- Par de cales interposées entre l'axe du triangle supérieur et les points d'ancrage sur le châssis. L'angle de montage du triangle supérieur et donc la position de la rotule supérieure est modifié par l'augmentation ou diminution du nombre et /ou l'épaisseur des cales de réglage. Etant donné que l'axe supérieur est fixe sur le châssis en deux points, le réglage du carrossage et de la chasse est réalisé simultanément (fig.168).



- Par de vis excentrées à cames qui servent ont le rôle d'articulation avant et arrière du triangle inférieur. La rotation de ces cames modifie l'angle de montage du triangle inférieur et donc la position de la rotule d'articulation inférieure.

Ainsi, il est possible de modifier l'angle de montage du triangle supérieur à l'aide des cames (fig.169).

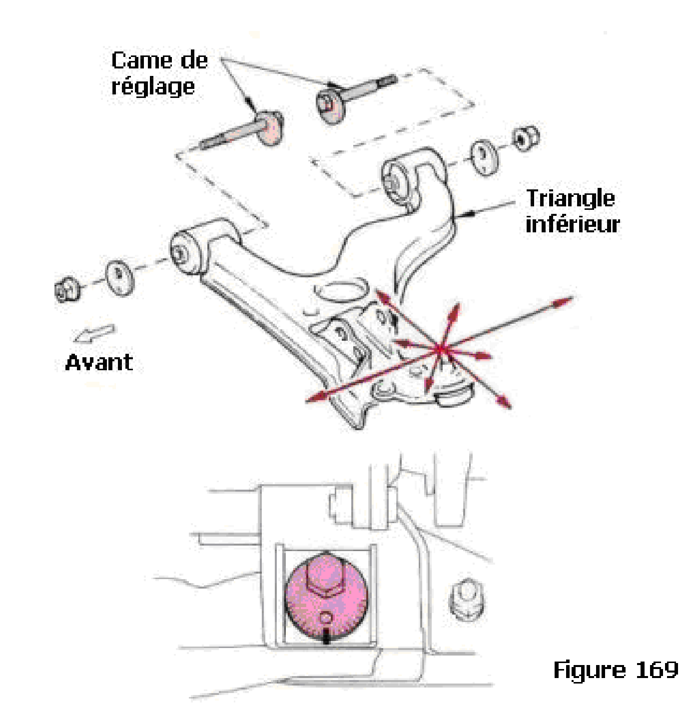


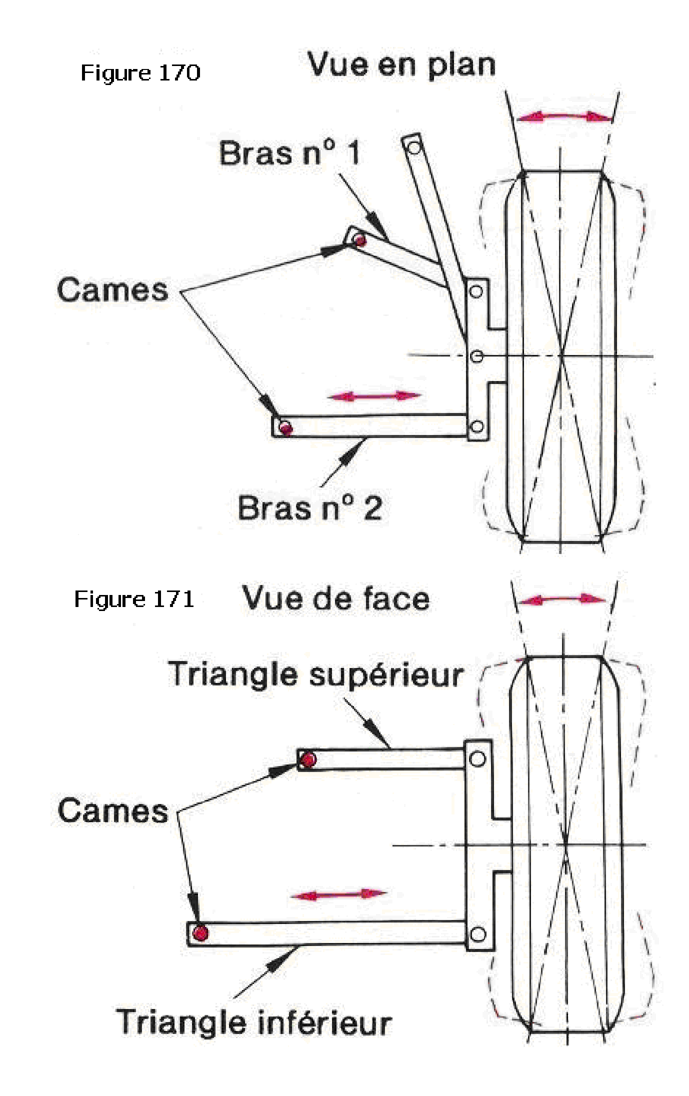
Figure 169

XI.8.7.2. REGLAGE DE L'ANGLE DE CARROSSAGE DES ROUES ARRIERE

Sur la suspension à triangles superposés, les angles de carrossage et le parallélisme sont réglés simultanément du fait que les cames de réglage sont montées sur les bras de suspension inférieurs n° 1 et n° 2, les points d'articulation correspondant étant situés sous l'axe de la roue.

- Si l'on déplace un bras vers gauche ou vers la droite, il y a modification du parallélisme (fig.170).

- Si l'on déplace d'une même valeur le bras côté gauche ou côté droit, il y a modification du carrossage (fig.171).



XI.9. ANGLE INCLUS

C’est l’angle compris entre l’axe de pivot et l’axe de fusée.
Il représente la somme des angles de pivot et de carrossage majorée de 90° (fig.172).
Remarque : En pratique, la valeur de 90° est négligée.

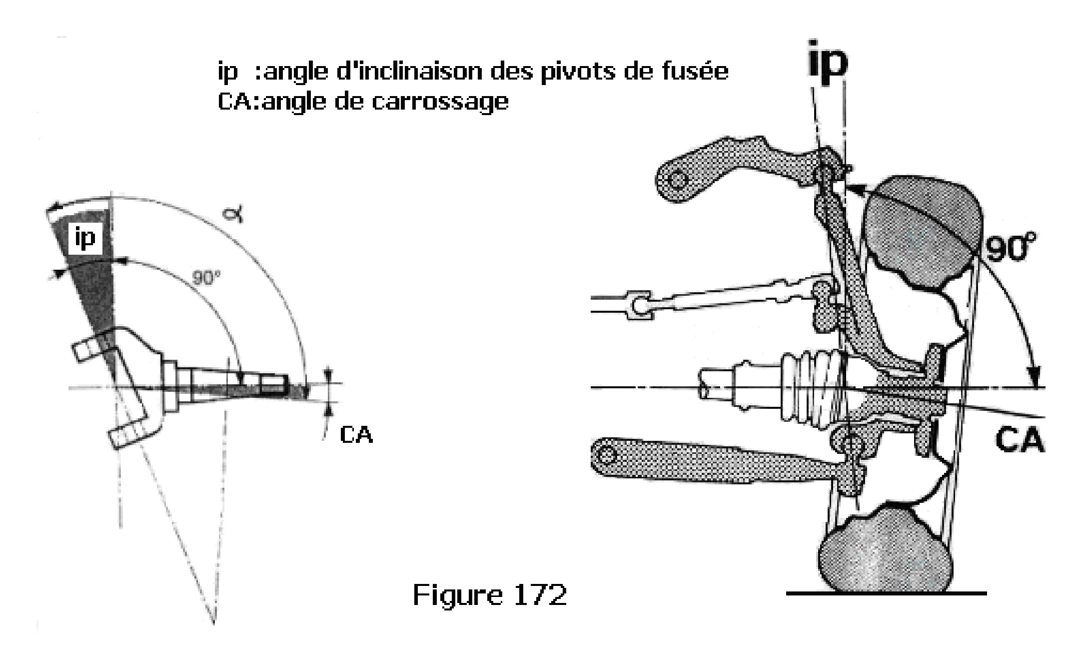


Figure 172

Exemple :
On considère un véhicule dont les données de la géométrie des roues illustrées dans la figure 173 sont les suivantes :

- L’angle d’inclinaison des pivots a la valeur de 11 1/2 °
- L’angle de carrossage (positif) a la valeur de 1/2 °

L’angle inclus = 11 1/2 ° + 1/2 ° = 12°

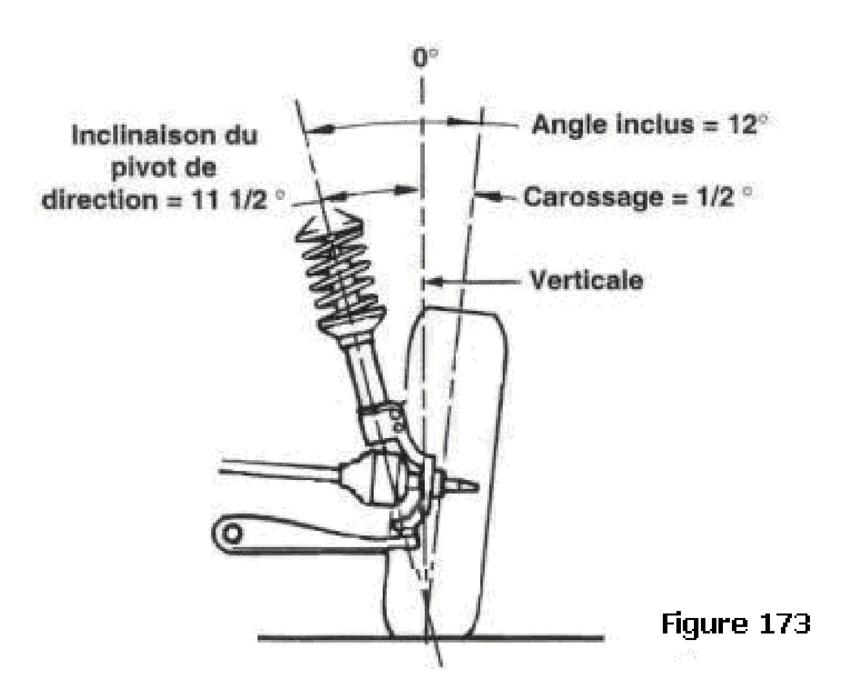


Figure 173

Lorsque l'angle de carrossage est négatif, l'opération s'effectue à l'inverse, la valeur de celui – ci doit alors être soustraite de la valeur de l'angle d'inclinaison du pivot (fig.174).

- L'angle d'inclinaison des pivots a la valeur de 12°
- L'angle de carrossage a la valeur de -1/2°
  L'angle inclus = 12° -1/2° = 11 1/2°

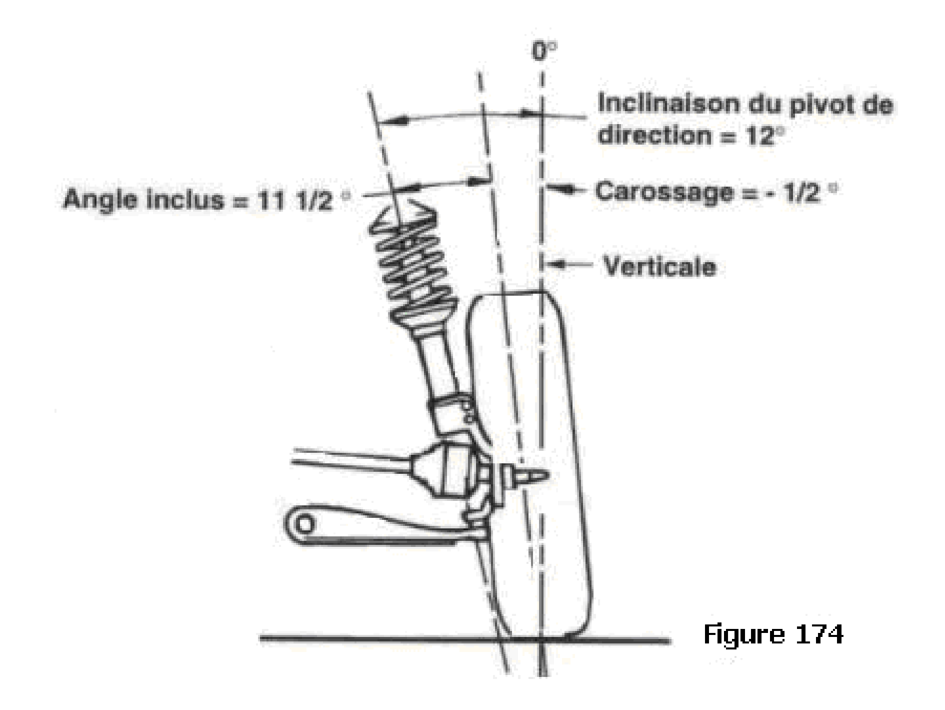


Figure 174

Remarques :

- L'angle inclus doit rester invariable sur les roues d'un même essieu. Une variation de cet angle constatée sur une des roues lors du contrôle du train avant indique la déformation du porte – fusée sur son plan vertical suite d'un choc ou d'un accident.
- Dans tous les cas, l'angle inclus doit être symétrique à 1° près entre les côtés droite et gauche du véhicule automobile.

XII. INFLUENCE DE LA SUSPENSION SUR LA GEOMETRIE DES TRAINS ROULANTS

1. CARROSSAGE CONSTANT, VOIE VARIABLE

On considère le cas d'un véhicule à train roulant à roues indépendantes avec un système de suspension à bras ou triangles superposés, ayant de longueurs identiques.

A vide, les bras de suspension sont inclinés vers les roues et la voie a la valeur V (fig.175).
On conçoit que si le véhicule est supporte des oscillations du fait des irrégularités de la route, la voie varie lors du roulage et provoque un déplacement transversal des pneus sur le sol, ce qui affecte la tenue de route du véhicule automobile.

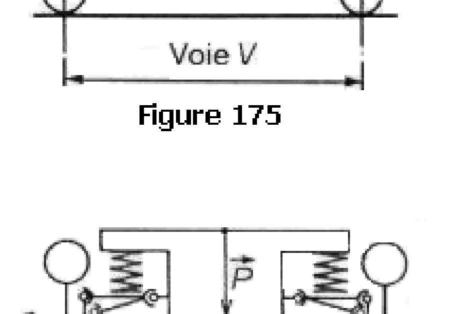


Figure 175


En charge, les bras de suspension prennent une position horizontale. Ce déplacement angulaire fait décrire aux extrémités des bras des arcs de cercle.
Linéairement, ils se déplacent vers l'extérieur, ce qui a pour effet d'augmenter la voie V' > V (fig.176).

Voie V'

Figure 176

2. CARROSSAGE VARIABLE, VOIE CONSTANTE

Les variations de la voie peuvent être réduites en utilisant un système de suspension à bras ou triangles superposés inégaux.
Dans ce cas, les bras supérieurs sont plus courts que les bras inférieurs (fig.177).

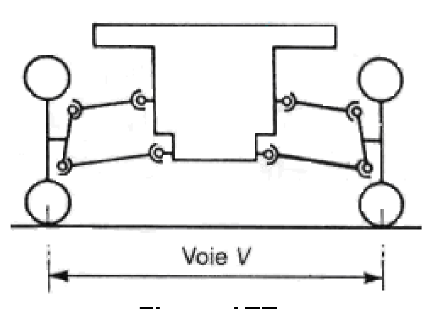
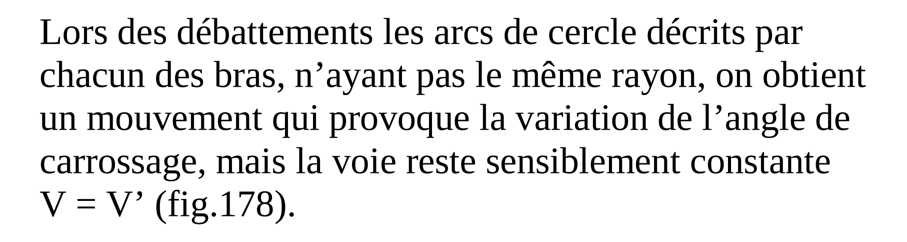


Figure 177


Lors des débattements les arcs de cercle décrits par chacun des bras, n'ayant pas le même rayon, on obtient un mouvement qui provoque la variation de l'angle de carrossage, mais la voie reste sensiblement constante V = V' (fig.178).

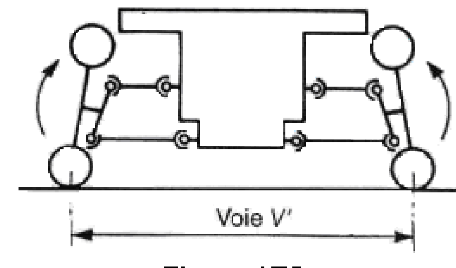


Figure 178

XIII. DIAGNOSTIC DES ANOMALIES

ELEMENTS	DEFAUTS	CONSEQUENCES
Chasse	Trop faible	• Mauvais rappel de direction • Mauvaise stabilité de direction
	Trop forte	• Direction dure et instabilité dans les virages • Rappel trop important
	Inégalement réparti	• Tirage du côté où l'angle est plus faible • Instabilité de la direction
Carrossage positif	Trop faible	• Réactions dans la direction
	Trop fort	• Usure de la partie extérieure du pneu
	Inégalement réparti	• Tirage vers l'extérieur
Carrossage négatif	Trop fort	• Usure de la partie intérieure du pneu
	Inégalement réparti	• Tirage vers l'intérieur
Inclinaison des pivots	Trop fort	• Direction dure • Rappel important
	Trop faible	• Réactions dans la direction • Manque de rappel, direction douce
Angle inclus	Inégalement réparti	• Porte fusée faussé
Calage de la direction	Trop de variation de parallélisme	• Usure anormale des pneus • ''Cirage'' au démarrage
	Variation inégalement répartie	• Tirage d'un côté à l'accélération et de l'autre au freinage • Usure anormale d'un pneu
Parallélisme	Trop de pincement ou manque d'ouverture	• Usure des parties extérieures des deux pneus sur route plate • Usure importante de la partie extérieure du pneu droit, sur route bombée
	Trop d'ouverture ou manque de pincement	• Usure des parties intérieures des deux pneus sur route plate • Usure importante de la partie extérieure du pneu gauche, sur route bombée

XIV. CONTROLE DE LA GEOMETRIE DU TRAIN ROULANT

XIV.1. GENERALITES

S'il y a quelques années ont utiliser une barre pour mesurer le parallélisme ou le niveau à bulle pour contrôler les angles de la géométrie des roues, les moyens actuels sont gérés par l'électronique et les mesures sont faites par infrarouge ou par ondes radio.
Cependant, le principe de mesure reste le même et l'appréciation des mesures se fait toujours par rapport à la verticale et à l'horizontale.
La précision des vérifications et des corrections de la géométrie des trains roulants dépend de la position du véhicule qui doit être placé parfaitement horizontal et sa charge doit correspondre aux recommandations du fabricant.

XIV.2. PREPARER LE CONTROLE DE LA GEOMETRIE D'UN TRAIN ROULANT

A. LES MOYENS DE CONTROLE

- Rampe à plateaux pivotants et coulissants (fig.179)

Les plateaux pivotants et coulissants placés sur la rampe ont les fonctions suivantes :

a) Permettre aux roues de réagir immédiatement lorsque des corrections modifient leur position.
b) Permettre de braquer facilement les roues.
c) Permettre de lire les mesures à l'aide d'une échelle graduée en degrés.
d) Empêcher les mouvements exagérés lors du déplacement du véhicule sur la rampe par leur blocage à l'aide d'un dispositif de verrouillage à goupilles.

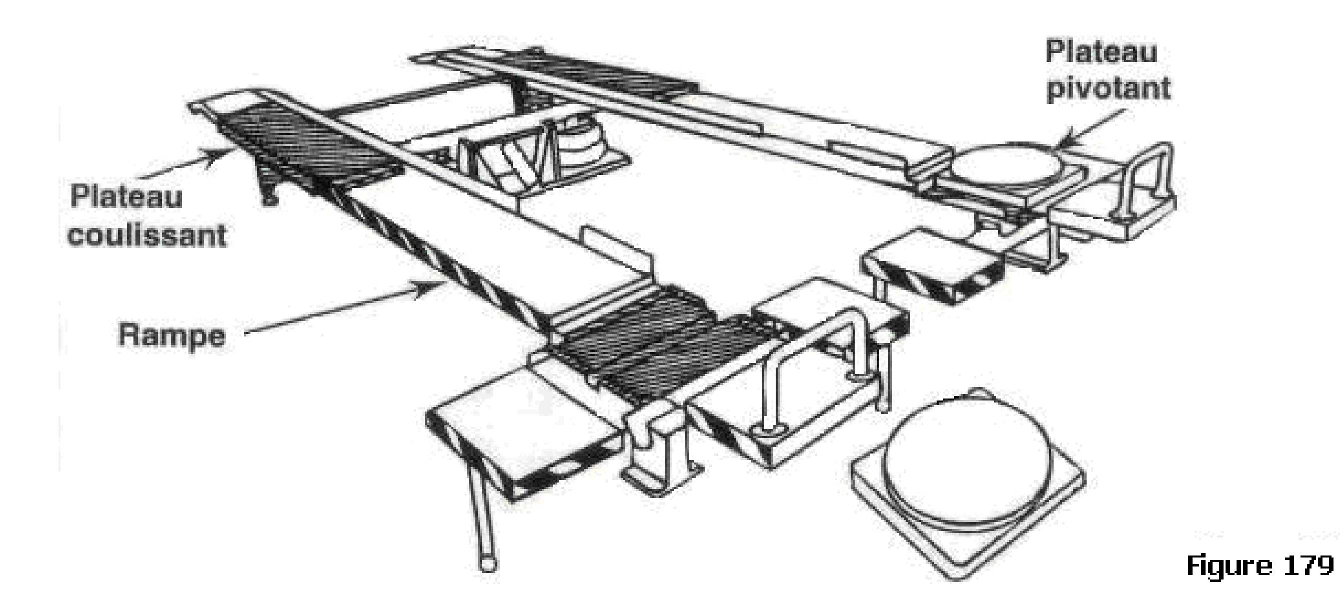


Figure 179

Remarque : Comme les capteurs des dispositifs de contrôle prennent leurs lectures en fonction des lignes verticales et horizontales réelles, l'inclinaison de la rampe faussera toutes les données.
Les rampes et les ponts élévateurs destinés à la correction de la géométrie des trains roulants disposent de crans qui les sécurisent et les mettent au niveau.

- **EQUIPEMENT DE MESURE ET CONTROLE**

On peut obtenir les mesures des angles de la géométrie des trains roulants à partir de :

- **Capteurs** montés sur les roues qui peuvent aussi afficher le pincement particulier de chacune des roues (fig.180).

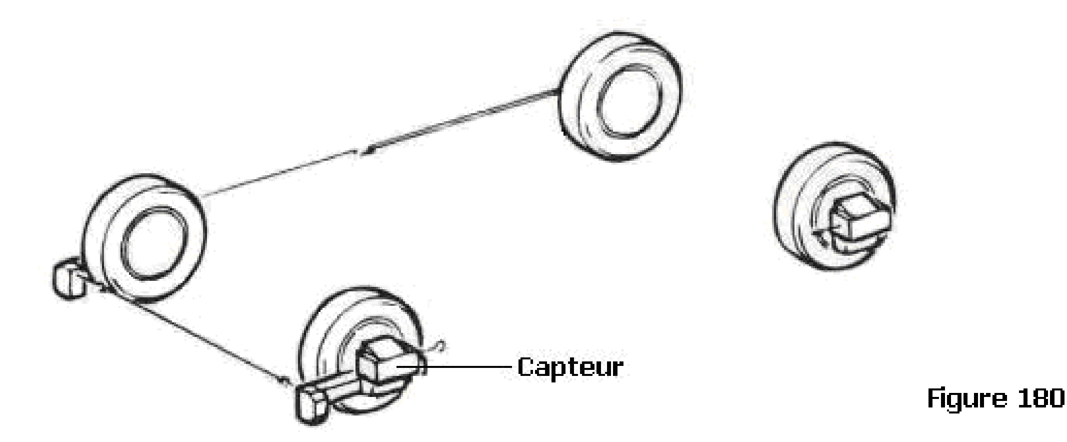


Figure 180

- **Banc de mesures des angles.**

B. CONTROLES PRELIMINARES

- **Pneus** Vérifier que les dimensions, la pression de gonflage et le degré d'usure sont identiques sur les roues d'un même train roulant.

- **Suspension** Vérifier l'état des amortisseurs, la symétrie et la conformité des hauteurs de la caisse du véhicule aux endroits indiqués par le fabricant.

Remarque : La hauteur de la caisse influence les différents angles de la géométrie des trains roulants de façon assez importante.

Si le véhicule a un fort kilométrage, le tassement de la suspension contribuera à l'affaissement de l'ensemble du véhicule qui aura alors une hauteur de caisse plus basse. C'est pourquoi certains constructeurs donnent plusieurs valeurs de réglage en fonction de la hauteur de la caisse, autres indiquent de comprimer la suspension jusqu'à une hauteur donnée.

- **Articulations** Vérifier l'état des paliers élastiques, l'état et le jeu des rotules, ainsi que des biellettes et l'état des roulements des roues.

- **Voile des roues** Vérifier le voile des roues qui ne doit pas dépasser 1,2 mm. conformité du voile est effectué par la correction des positions des capteurs, de manière suivante :

a. Mécaniquement : la correction est effectuée par une mollette agissant sur support du capteur de l'appareil de contrôle.

b. Electroniquement : l'appareil de contrôle tiendra compte de voile corrigera automatiquement ses relevés.

- **Le point milieu de direction**: La mise au point milieu du volant de direction consiste à mettre les roues en position ‘’ligne droite’’ pour ne pas relever de valeurs erronées lors du contrôle (angle de braquage de 0°).
  Il arrive que lors d’un réglage précèdent, le point milieu n’a pas été respecté et dans ce cas il faut régler le parallélisme et au besoin de déposer le volant de direction et de le remettre en position ‘’ligne droite’’.

Marche à suivre :

- Braquer le volant de direction en butée d’un côté.
- Faire un repère à la craie en haut du volant (à midi).
- Braquer de l’autre côté jusqu’en butée en comptant le nombre des tours effectuées par le volant de direction.
- Diviser par deux et mettre le volant de direction dans cette position.
- Faire un nouveau repère ‘’à midi’’ en effaçant l’ancien.
- Mettre en place et bloque le volant de direction.

Module : 27

CONTROLE ET REGLAGE DE LA GEOMETRIE DES TRAINS AVANT ET ARRIERE

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

I. TP 1 : CONTRÔLE ET REGLAGE LE PARALLELISME DES TRAINS ROULANTS A L'AIDE DE LA BARRE A PIGES OU DE L'APPAREIL MULLER BEM

I.1. Objectif(s) visé(s) :

- Maîtriser les savoirs d'établir un diagnostic correct relatif aux anomalies de fonctionnement dues au mauvais réglage du parallélisme.
- Maîtriser les savoirs faire les contrôles du véhicule avant d'effectuer la mesure et le réglage du parallélisme.
- Maîtriser les savoirs faire la mesure de la garde au sol du véhicule automobile.
- Maîtriser les savoirs faire le contrôle du parallélisme des trains roulants avant et arrière du véhicule.
- Maîtriser les savoirs faire le réglage du parallélisme des trains roulants avant et arrière.

I.2. Durée du TP:

……3 heures……………………………………………………………………………………

I.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Véhicule automobile en état de marche
- Caisse à outils spécifiques
- Clé dynamométrique
- Manomètre de pression de gonflage des pneus
- Rampe à plateaux pivotants ou des plateaux pivotants portatifs
- Barre à piges pour la mesure du parallélisme
- Appareils Muller Bem complet équipés (porte projecteurs, projecteurs)
- Panneaux rapporteurs d'angles et barres à réglettes graduées réglables en écartement pour les appareils Muller Bem.

b) Matière d'œuvre :

- Chiffons
- Graisse

I.4. Description du TP :

- Le contrôle du parallélisme des trains avant et arrière doit être effectué lorsqu'on constate une usure rapide et anormale des pneus.
- Dans la première étape, on effectue le contrôle du véhicule automobile avant de la mesure du parallélisme.
- Dans la deuxième étape, on va relever la valeur du parallélisme à l'aide de la barre à piges ou des appareils Muller Bem.
- La troisième étape consiste à effectuer le réglage du parallélisme en respectant les données du constructeur.

I.5. Déroulement du TP

I.5.1 CONTROLE AVANT MESURER LE PARALLELISME

- Contrôler l'état des pneus et leurs pression de gonflage (fig.181).
- Vérifier le serrage des roulements des roues.
- Vérifier le voile et le faux – rond des roues.
- Vérifier la fixation des éléments de suspension.
- Vérifier la fixation des organes de direction.
- Vérifier l'efficacité des amortisseurs en appuyant sur la carrosserie (fig.182).

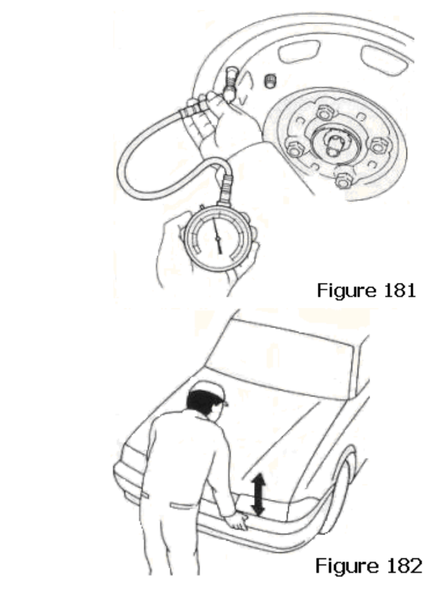


Figure 181

Figure 182

I.5.2 MESURER DE LA GARDE AU SOL (fig.183)

Si la garde au sol du véhicule n'est pas conforme, essayer de la rétablir en appuyant ou en soulevant la carrosserie.
Si malgré cela, la garde au sol n'est pas toujours pas conforme, vérifier l'état des ressorts.

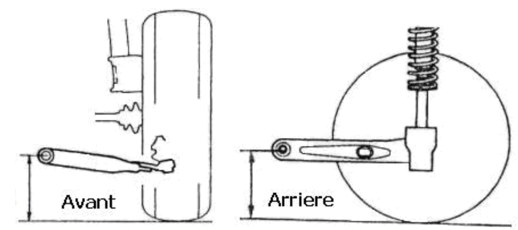


Figure 183

I.5.3 CONTROLER LE PARALLELISME A L'AIDE DE LA BARRE A PIGES

- Déplacer le véhicule de 5 m environ vers l'avant sur un sol horizontal avec les roues en ligne droite. Après le déplacement, ne pas déplacer le véhicule vers arrière (fig.184).
- Tracer de repères avec la craie ou à l'aide d'un ruban adhésive au centre des la bandes de roulement des roues et mesurer l'écartement entre ces deux repères (fig.185).
- Déplacer le véhicule vers l'avant jusqu'à ce que les repères apparaissent à l'arrière des pneus. On continue à déplacer le véhicule jusqu'à ce que les repères viennent à l'hauteur des piges de la barre de mesure qui à été placée entre temps à l'arrière des pneus (fig.186).

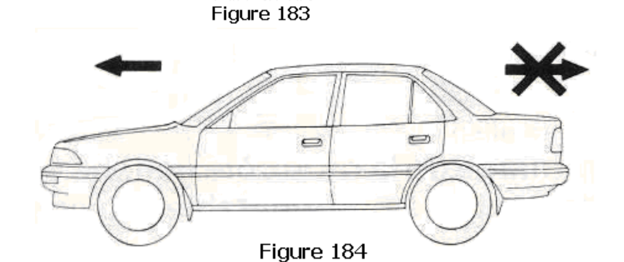


Figure 184

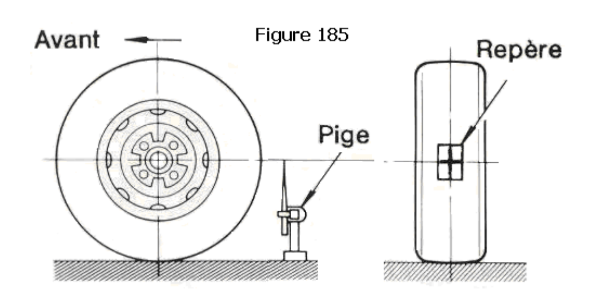


Figure 185

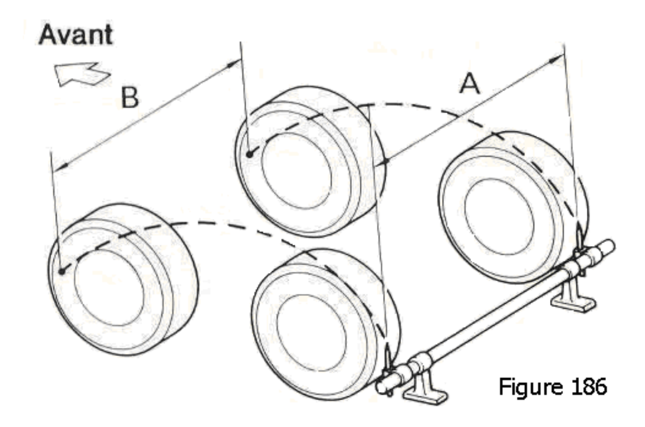
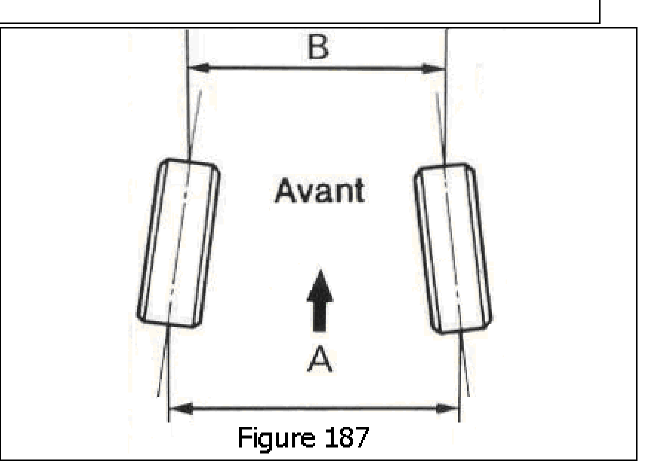


Figure 186

• Mesurer la distance entre les repères disposés à l'avant des pneus (fig.187). La valeur de contrôle standard est de 1 à 2 mm.	 Figure 187

I.5.4 CONTROLER LE PARALLELISME A L'AIDE DE L'APPAREIL OPTIQUE MULLER BEM

- Placer la barre à réglettes devant le véhicule
- Placer les supports avec leurs projecteurs sur les jantes des roues avant.
- Procéder au dévoilage des roues c'est-à-dire aligner les projecteurs avec les plans des roues comme suit :
  1. Soulever le véhicule afin que les roues puissent tourner librement.
  2. Orienter les faisceaux lumineux des projecteurs sur la réglette.
  3. Lorsqu'on tourne les roues, les faisceaux lumineux ne doivent pas s'éloigner du point fixe visualisé sur la réglette. Le cas échéant, on corrige le voilage en agissant sur les réglages des supports.
- Reposer le véhicule sur les plateaux tournants et orienter les roues en position rectiligne à l'aide des plateaux.
- Placer la deuxième barre à réglettes en arrière du véhicule (fig.188).

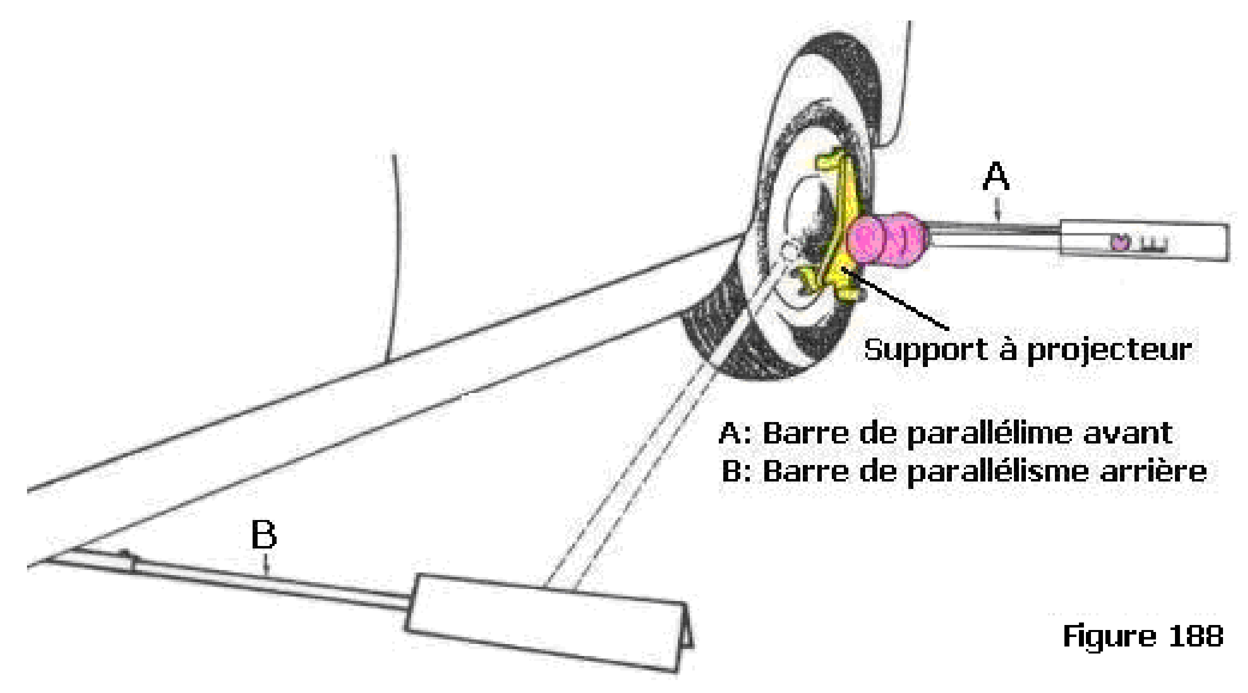


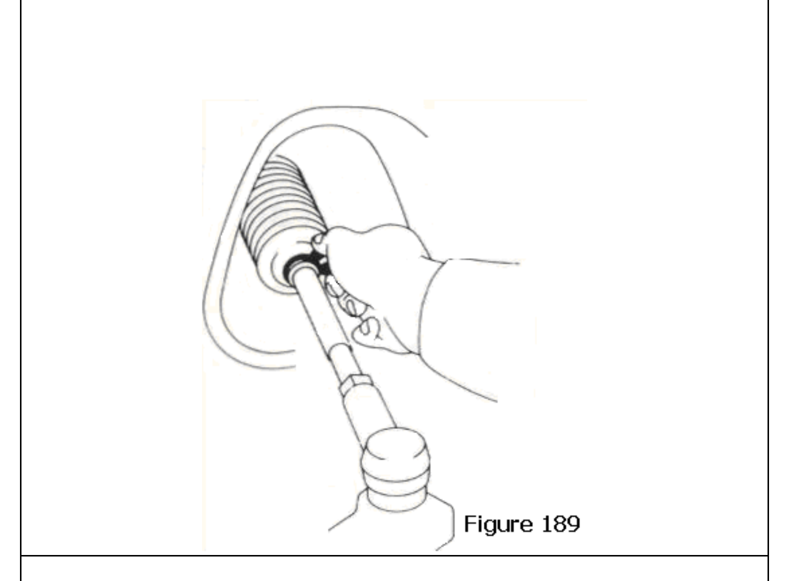
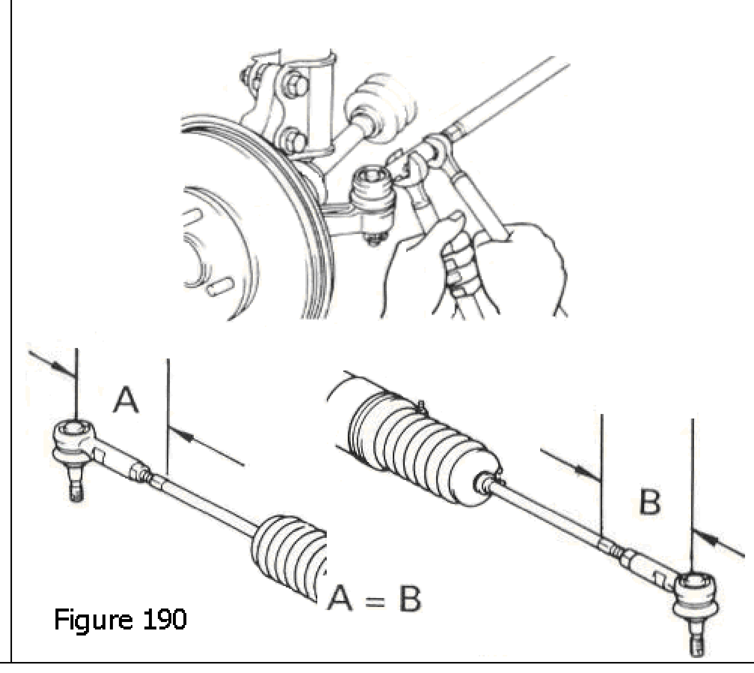
Figure 188

- Vérifier la position rectiligne des roues en orientant les faisceaux lumineux de chaque projecteur sur les réglettes de la barre placée en arrière.
  Lorsque les deux faisceaux indiquent la même valeur, les roues sont droites.

- Vérifier le parallélisme des deux barres à réglettes placées d'un côté à l'autre du train avant en pivotant un des faisceaux vers l'avant et ensuite vers l'arrière.
- Pivoter d'abord le projecteur placé sur la roue gauche vers l'avant et relever la valeur indiquée par le faisceau lumineux sur la réglette de la barre.
  Ensuite, pivoter le projecteur vers l'arrière et déplacer la réglette jusqu'on lise la même valeur que celle relevée sur la réglette avant.
- Pivoter le projecteur placé sur la roue droite vers l'avant et relever la valeur indiquée par le faisceau lumineux sur la réglette de la barre.
  Puis, pivoter le projecteur vers l'arrière et relever la valeur indiquée par le faisceau lumineux sur la réglette.

Le pincement ou l'ouverture sont déterminés par la différence entre ces deux valeurs.

I.5.5 REGLAGE DU PARALLELISME

Si le parallélisme n'est pas conforme, aux spécifications, procéder à son réglage comme suit : • Dégager les soufflets de protection de la crémaillère et desserrer les contre – écrous en bout des biellettes de direction (fig.189).	 Figure 189
• Tourner les biellettes de direction côté droit d'une même valeur de manière à régler le parallélisme (fig.190). Valeur standard : 1 à 2 mm. • Resserrer les contre – écrous en bout des biellettes de direction à 5,5 daN. • Remettre en place les soufflets de protection sur leurs portées et les fixer ayant soin de ne pas les vriller.	 Figure 190

Remarque :

Le réglage du parallélisme des roues avant touche directement la position du volant de direction (fig.191).

- Si les branches du volant sont correctement positionnées avant d’entreprendre le réglage, il suffit alors d’allonger ou de raccourcir chaque biellette de la même longueur pour ne pas modifier le centrage du volant de direction.
- Si les branches du volant sont décentrées, il faudra alors centrer le volant auparavant et régler les biellettes après pour obtenir le parallélisme.

Si le parallélisme est bon, tourner les deux régleurs des biellettes de direction vers le bas pour centrer les branches du volant.

Si le parallélisme est bon, tourner les deux régleurs des biellettes de direction vers le haut pour centrer les branches du volant.

Si le parallélisme est déréglé, allonger la biellette gauche pour diminuer la convergence ou raccourcir la biellette droite pour l’augmenter.

Si le parallélisme est déréglé, allonger la biellette gauche pour augmenter la convergence ou raccourcir la biellette droite pour la diminuer.

Régler les deux biellettes de la même valeur pour maintenir les branches du volant centrées.

Figure 191

I.5.6 CONTROLER ET REGLER LE PARALLELISME DES ROUES ARRIERE

Pour effectuer le contrôle du parallélisme des roues arrière, on procède comme pour les roues avant. La valeur de contrôle standard est de 2 mm à 6 mm.

Si le parallélisme n’est pas conforme aux spécifications, procéder à son réglage comme suit :

Mesurer les écartements entre les jantes et la partie basse du support de came de réglage correspondant afin de vérifier si ces longueurs sont identiques de chaque côté (fig.192).

Si l’écart côté gauche, côté droit est supérieur à 3 mm, procéder au réglage comme suit :

1. Si une roue présente une ouverture trop importante, allonger le bras le plus court à l’aide de la came (fig.193).
2. Si une roue présente une fermeture trop importante, raccourcir le bras le plus long à l’aide de la came.

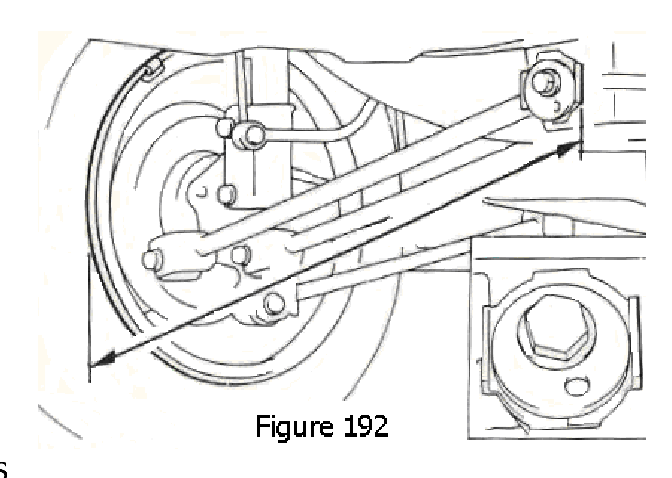


Figure 192

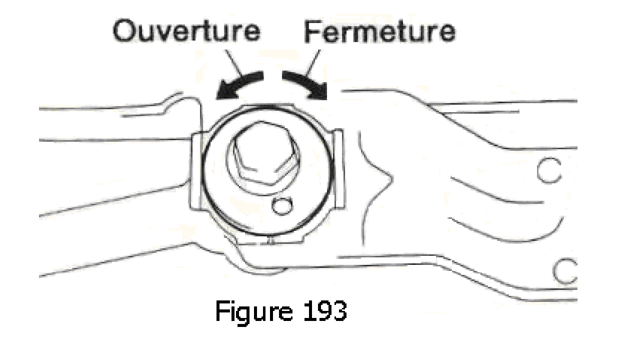


Figure 193

II. TP 2 : CONTROLER ET REGLER LES ANGLES DE LA GEOMETRIE DES

TRAINS AVANT ET ARRIERE

II.1. Objectif(s) visé(s) :

- Maîtriser les savoirs d'établir un diagnostic correct relatif aux anomalies de fonctionnement dues aux mauvais réglages des angles de la géométrie des trains roulants.
- Maîtriser les savoirs faire les contrôles du véhicule avant de relever les mesures des angles de la géométrie des roues des trains roulants.
- Maîtriser les savoirs faire les contrôles spécifiques aux angles de carrossage, chasse et d'inclinaison des pivots de fusée à l'aide du banc de mesure.
- Maîtriser les savoirs faire les réglages pour corriger les angles de carrossage et de chasse.

II.2. Durée du TP:

……3 heures…………………………………………………………………………………

II.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Véhicule automobile en état de marche
- Caisse à outils
- Manomètre de pression de gonflage des pneus
- Comparateur à support
- Poussoir de pédale de frein
- Rampe à plateaux pivotants ou plateaux portables
- Embase
- Banc de mesure des angles de carrossage,chasse et d'inclinaison des pivots de fusée
- Clé dynamométrique

b) Matière d'œuvre :

- Chiffons
- Graisse

II.4. Description du TP :

Le contrôle des angles de la géométrie des roues doit être effectué lorsqu'on constate :

- Mauvaise stabilité du véhicule lors du déplacement.
- Usure anormale des pneus.
- Tirage d'un côté du véhicule lors du déplacement.
- Instabilité de la direction.

- Dans la première étape, on effectue le contrôle du véhicule avant de commencer à relever des mesures.
- Dans la deuxième étape, on effectue le contrôle des angles de carrossage, chasse et d'inclinaison des pivots de fusée.
- Dans la troisième étape, on effectue, si nécessaire, les réglages des angles de carrossage, chasse et d'inclinaison des pivots de fusée.

II.5. Déroulement du TP

II.5.1 MISE EN PLACE DE L'EMBASE DU BANC DE CONTROLE

- Déposer l'enjoliveur de roue.
- Déposer l'écrou de la roue.
- Serrer l'embase du banc de contrôle (fig.194).

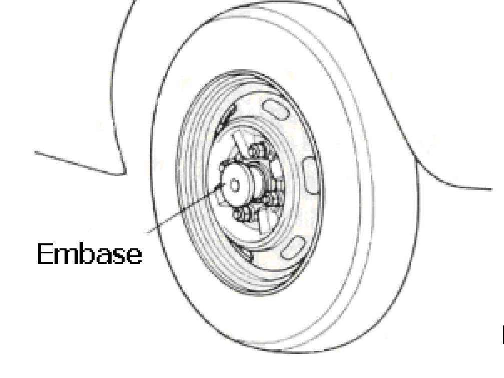


Figure 194

II.5.2 PLACER LE VEHICULE SUR LES PLATEAUX PIVOTANTS

- Régler les plateaux pivotants à 0° et les verrouiller dans cette position.
- Déplacer le véhicule d'environ 5m vers l'avant, les roues avant étant en ligne droite et le véhicule sur une surface horizontale.
- Amener les roues avant sur les plateaux pivotants de manière que le centre de la bande de roulement corresponde à l'axe du plateau pivotant (fig.195).

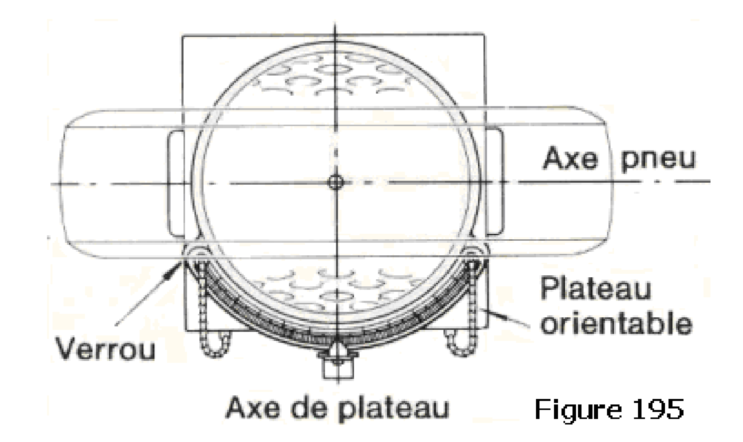
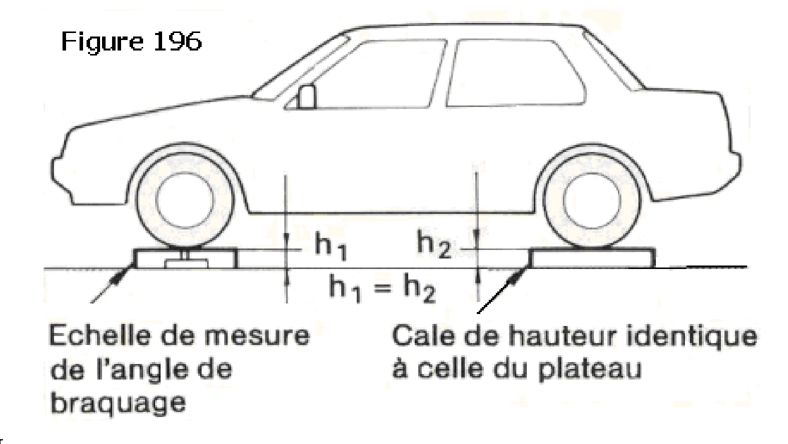


Figure 195

Remarque :

Si on utilise des plateaux pivotants portatifs, il est nécessaire de placer des cales sous les roues arrière ayant une hauteur identique à celle des plateaux (fig.196).

Figure 196



II.5.3 ENFONCER LA PEDALE DE FREIN A L'AIDE DU POUSSOIR DE PEDALE DE FREIN (fig.197)

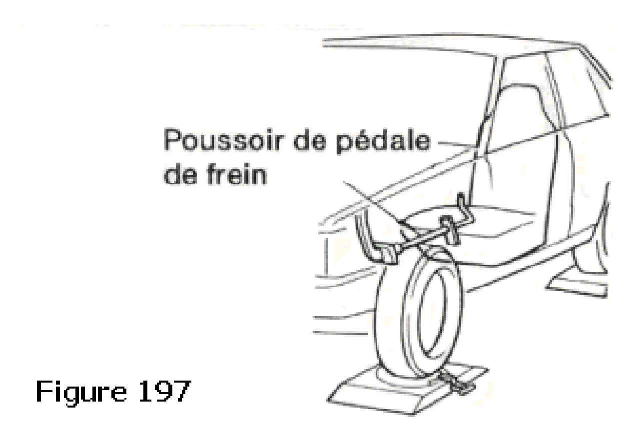


Figure 197

II.5.4 MESURER LA GARDE AU SOL (fig.198).

Si la garde au sol n'est pas conforme essayer de la rétablir à la valeur normale en appuyant ou en soulevant le véhicule. Si malgré cela, la garde n'est toujours pas conforme, vérifier l'état des ressorts ou des autres éléments de la suspension.

Figure 198

Avant

Arriere

II.5.5 METTRE EN PLACE LE BANC DE MESURE SUR L'EMBASE

- Déverrouiller les plateaux pivotants.
- Amener le support de l'appareil de mesure de l'angle de carrossage – chasse – inclinaison des pivots de fusée en face de l'axe de l'embase et mettre en place le support (fig.199).

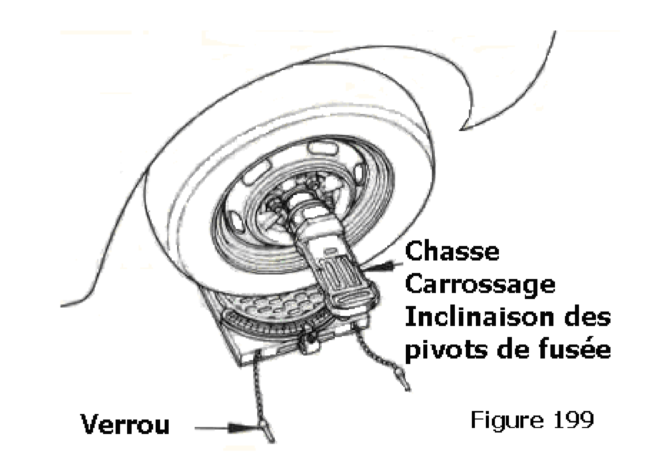


Figure 199

Remarque :

La fixation de l'appareil de mesure est assurée sur l'embase grâce à un aimant puissant. Etant donné qu'une plaque de protection est prévue, celle – ci doit être déposée avant d'assurer la mise en place de l'appareil de mesure sur l'embase.

II.5.6 MESURER L'ANGLE DE CARROSSAGE

- Amener la bulle d'air du niveau en face du repère 0 (fig.200).
- Lire la valeur indiquée par la bulle de l'appareil selon le tableau ci – dessous :

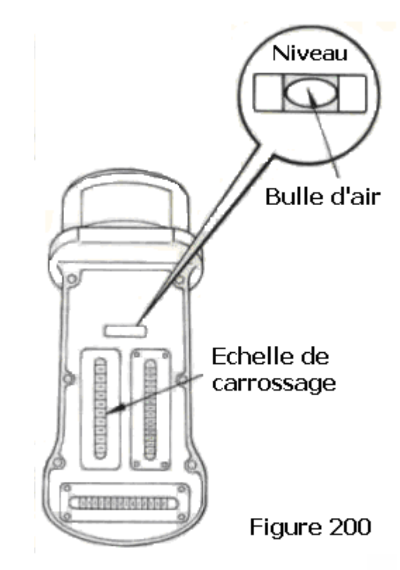
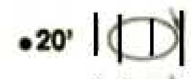
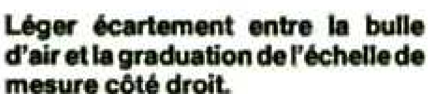


Figure 200

IMPORTANT !

Bien que l'échelle graduée de l'appareil de mesure du carrossage soit graduée par intervalles de 30', la position réelle de la bulle par rapport à l'échelle graduée permet d'effectuer des relevés avec une précision de 5' :

- **0'**  **Bulle d'air débordant d'une valeur identique de part et d'autre des graduations de l'échelle de mesure.**
- **5'**  **Bulle d'air tangente à la graduation côté gauche.**
- **10'**  **Léger écartement entre la bulle d'air et la graduation de l'échelle de mesure côté gauche.**
- **15'**  **Distance identique entre la bulle d'air et les deux graduations de part et d'autre de la bulle d'air.**
- **20'**   **Léger écartement entre la bulle d'air et la graduation de l'échelle de mesure côté droit.**
- **25'** **Bulle d'air tangente à la graduation côté droit.**
- **30'** **Bulle d'air débordant d'une valeur identique de part et d'autre des graduations de l'échelle de mesure.**

II.5.7 MESURER LES ANGLES DE CHASSE ET D'INCLINAISON DES PIVOTS DE FUSEE

- Faire pivoter avec précaution la roue avant à mesurer vers l'extérieur de 20°.

- Tourner les molettes de réglage à l'arrière du banc de mesure pour centrer les bulles d'air de mesure de la chasse et d'inclinaison des pivots de fusée par rapport à zéro de l'échelle graduée (fig.201).

20°
Molettes de réglage
Avant

Figure 201

- Faire pivoter ensuite la roue vers l'intérieur de 20° par rapport à la position de ligne droite.

- Lire la position des bulles de niveau de mesure de l'angle de chasse et d'inclinaison des pivots de fusée (fig.202). Interpréter les valeurs des mesures relevées selon le tableau suivant :

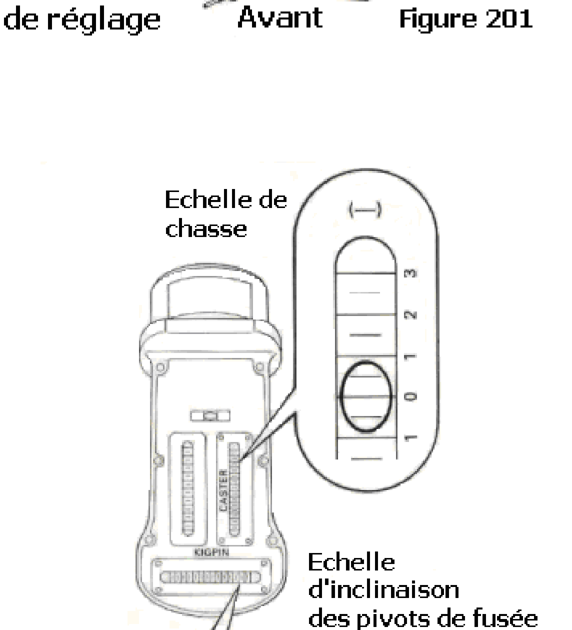
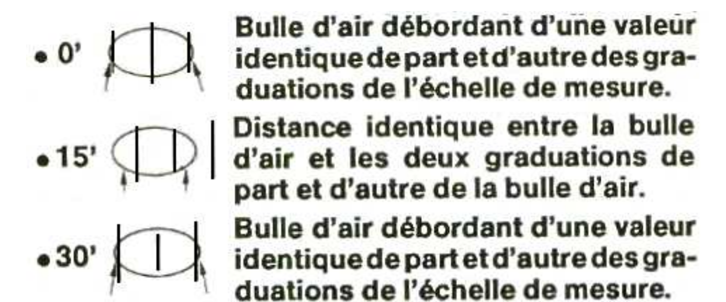


Figure 202



Remarque :
Sur le banc de mesure, il est possible, en fonction de la position de la bulle d'air par rapport à l'échelle de mesure, d'effectuer des mesures d'une précision de 15'.

II.5.8 MESURER, EN PROCEDANT DE LA MEME MANIERE, LES ANGLES DE CARROSSAGE, CHASSE ET D'INCLINAISON DES PIVOTS DE FUSEE SUR LA ROUE COTE OPPOSE DU VEHICULE AUTOMOBILE (fig.203)

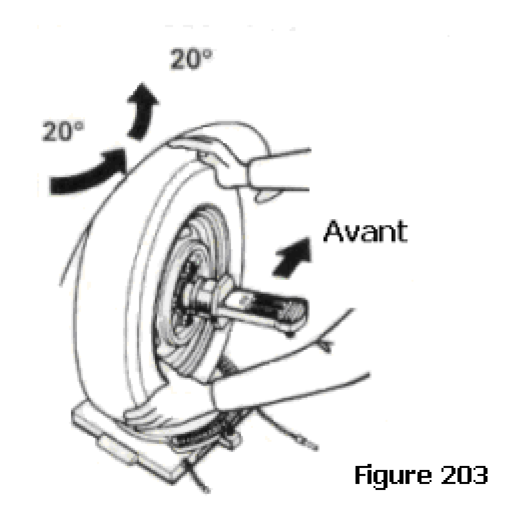


Figure 203

Evaluation de fin de module

A. PARTIE THEORIQUE

1. Nommer les façons d'appliquer les plis de la carcasse d'un pneu.
2. Citer les avantages des pneus tubeless par rapport aux pneus à chambre à air
3. Pourquoi est – il déconseillé de monter une chambre à air à l'intérieur d'un pneu tubeless ?.
4. Dans le code de dimensions du pneu 185 / 70 HR 13que représentent les lettres H et R et les chiffres 185 et 13 ?
5. Quel type d'usure de pneu est provoqué par un angle de carrossage positif exagéré ?
6. Pourquoi doit – on porter une attention particulière au serrage des écrous des roues ?
7. Quel est le but de la permutation des roues ?
8. Pourquoi faut-il régler la pression de gonflage des pneus une fois la permutation des roues est terminée ?
9 .Quelles sont les deux conditions à respecter pour qu'un véhicule soit ''rectangulaire'' ?
10. Qu'est ce que le carrossage positif ?
11. Quelles sont les deux fonctions principales de l'angle d'inclinaison de fusée de roue?
12. Qu'est ce que le déport positif de l'axe de pivotement?
13. Quel effet produit sur le déport de l'axe de pivotement le remplacement des pneus d'origine par de pneus sur dimensionnés?
14. Nommer trois dispositifs qui servent au réglage de l'angle de carrossage.
15. Quelle est la condition essentielle à l'application de l'angle de chasse?
16. Citer les effets d'un angle de chasse positif excessif.
17. Citer les effets d'un angle de carrossage positif exagéré.

B. PARTIE PRATIQUE

1. Déposer et reposer un pneu tubeless à l'aide du démonte – monte pneu.

2. Contrôler et régler le parallélisme des roues du train avant à l'aide de la barre à piges.

3. Contrôler et régler les angles de carrossage, chasse et d'inclinaison des pivots de fusée à l'aide du banc de contrôle.

Liste des références bibliographiques.

Ouvrage	Auteur	Edition
Manuel de formation Principes de base de l'entretien	Toyota Motor Corporation	1992
Manuel de formation Réglage des roues & Pneus	Toyota Motor Corporation	1991
Manuel de formation Entretien et réparation de la carrosserie	CMEQ	1992
Manuel de réparation RENAULT	CEPTEC / FRANCE	2000
Internet		

NB : Outre les ouvrages, la liste peut comporter toutes autres ressources jugées utiles (Sites Internet, Catalogues constructeurs, Cassettes, CD,…)